

(43)Date of publication of application : 17.08.2001

F02D 43/00
F02D 9/02
F02D 11/10
F02D 13/02
F02D 41/08
F02D 41/16
F02D 45/00
F02P 5/15

(72)Inventor : YAMAGUCHI TAKEZO
OBATA TAKEAKI

[illegible]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] While having the inhalation-of-air throttle valve which is characterized by providing the following and which can control opening according to a target inhalation air content, and the inlet valve which can set an opening-and-closing stage as adjustable according to a target inhalation air content Output-control equipment of an internal combustion engine equipped with the amount control-system means for switching of inhalation of air which switch the 1st amount control system of inhalation of air which controls an inhalation air content by controlling the opening of the aforementioned inhalation-of-air throttle valve, and the 2nd amount control system of inhalation of air which controls an inhalation air content by changing the opening-and-closing stage of the aforementioned inlet valve. An amount setting means of feedforward control inhalation of air to set up the desired value of the inhalation air content for maintaining the engine rotational speed at the time of idle operation to a predetermined target rotational speed by feedforward control while controlling the inhalation air content by the above 1st or the 2nd amount control system of inhalation of air. An amount calculation means of change transient inhalation of air to compute the change transient inhalation air content which changes transitionally throughout [after the change of the aforementioned amount control system of inhalation of air / transient phase] based on the desired value of the inhalation air content at the time of the aforementioned idle operation. The feedback control means which carries out feedback control of either [at least] an inhalation air content or the ignition timing according to the difference of the aforementioned target rotational speed and the real rotational speed which is an actual engine rotational speed that the engine rotational speed at the time of idle operation should be completed as the aforementioned target rotational speed. A change transient feedback control limit means to restrict one [at least] change of the inhalation air content by the aforementioned feedback control means, and the ignition timing to throughout [aforementioned transient phase].

[Claim 2] Output-control equipment of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by the aforementioned amount calculation means of change transient inhalation of air computing a change transient inhalation air content so that it may become a bigger value than the value according to change of an engine's inlet-pipe internal pressure.

[Claim 3] It has an inlet-pipe internal pressure response time constant setting means to set up the response time constant of the inlet-pipe internal pressure when operating the aforementioned inhalation-of-air throttle valve according to the opening-and-closing stage of the aforementioned inlet valve. When the amount control system of inhalation of air is switched to the amount control system of inhalation of air of the above 2nd from the amount control system of inhalation of air of the above 1st, the aforementioned amount calculation means of change transient inhalation of air Output-control equipment of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 which carries out first-order-lag processing of the desired value of the inhalation air content at the time of the aforementioned idle operation using the time constant of a bigger value than the response time constant of the aforementioned inlet-pipe internal pressure, and is characterized by computing a change transient inhalation air content.

[Claim 4] It has an inlet-pipe internal pressure response time constant setting means to set up the response time constant of the inlet-pipe internal pressure when operating the aforementioned inhalation-of-air throttle valve according to the opening-and-closing stage of the aforementioned inlet valve. When the amount control system of inhalation of air is switched to the amount control system of inhalation of air of the above 1st from the amount control system of inhalation of air of the above 2nd, the aforementioned amount calculation means of change transient inhalation of air Output-control equipment of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 which carries out first-order-lag processing of the desired value of the inhalation air content at the time of the aforementioned idle operation using the time constant of a value smaller than the response time constant of the aforementioned inlet-pipe internal pressure, and is characterized by computing a change transient inhalation air content.

[Claim 5] Output-control equipment of the internal combustion engine of any one publication of the claim 1

characterized by forbidding change by the aforementioned feedback control means when one [at least] change of the inhalation air content which is a controlled system according [the aforementioned change transient feedback control limit means] to the aforementioned feedback control means to the aforementioned transient phase period, and the ignition timing tends to cause the fall of unit power - the claim 4.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the output-control equipment of an internal combustion engine. It is related more with the output-control equipment of the internal combustion engine which controls the engine rotational speed at the time of idle operation in a detail at a predetermined target rotational speed.

[0002]

[Description of the Prior Art] At the time of idle operation, although engine rotational speed is controlled by predetermined target rotational speed, what carries out feedback control of the inhalation air content from before as technique for it according to the difference of the aforementioned target rotational speed and an actual engine rotational speed is [that predetermined unit power should be maintained] common (refer to JP,61-169642,A).

[0003] By the way, the system which enabled it to set the opening-and-closing stage of an inlet valve as adjustable is well-known by driving an engine's inlet valve with electromagnetic force (refer to JP,10-311231,A). In such a system, it does not have an inhalation-of-air throttle valve, or inhalation-of-air drawing is made very small, inlet-pipe internal pressure is made into the state near atmospheric pressure, by controlling the open period of an inlet valve, compared with the amount control system of inhalation of air by control of the conventional inhalation-of-air throttle valve, inhalation-of-air loss (pumping loss) is reduced, and specific fuel consumption can be reduced by controlling an inhalation air content.

[0004] Then, both the method with which the opening of an inhalation-of-air throttle valve is controlled, and inlet-pipe internal pressure controls an inhalation air content by the low state comparatively, and the method which makes inlet-pipe internal pressure the state near atmospheric pressure as mentioned above, controls the opening-and-closing stage of an inlet valve, and controls an inhalation air content are formed, and it is possible to apply to the output control at the time of idle operation.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in this thing, when the two aforementioned amount control systems of inhalation of air are switched, an inhalation air content required in order to maintain a predetermined target rotational speed changes with change of the inhalation-of-air loss by change of the inlet-pipe internal pressure after a change. Thus, it is difficult to calculate the inhalation air content needed correctly on real time, and an error may arise between the inhalation air contents actually needed. And when generated in the direction fewer than the inhalation air content for which such an error is actually needed, there is a problem that engine rotational speed falls.

[0006] The method which controls an inhalation air content in view of such the actual condition when this invention controls the opening-and-closing stage of an inlet valve, While switching the method which controls an inhalation air content by controlling the opening of an inhalation-of-air throttle valve and controlling an inhalation air content When the two aforementioned (responding for example, to cooling water temperature) amount control systems of inhalation of air are switched at the time of idle operation, it aims at offering the output-control equipment of the internal combustion engine which can maintain a predetermined target rotational speed.

[0007]

[Means for Solving the Problem] For this reason, as shown in drawing 1 , while invention concerning a claim 1 is equipped with the inhalation-of-air throttle valve which can control opening according to a target inhalation air content, and the inlet valve which can set an opening-and-closing stage as adjustable according to a target inhalation air content The 1st amount control system of inhalation of air which controls an inhalation air content by controlling the opening of the aforementioned inhalation-of-air throttle valve, It is output-control equipment of an internal combustion engine equipped with the amount control-system means for switching of inhalation of air which switch the 2nd amount control system of inhalation of air which controls an inhalation air content by changing the opening-and-closing stage of the

forementioned inlet valve. While controlling the inhalation air content by the above 1st or the 2nd amount control system of inhalation of air An amount setting means of feedforward control inhalation of air to set up the desired value of the inhalation air content for maintaining the engine rotational speed at the time of idle operation to a predetermined target rotational speed by feedforward control, An amount calculation means of change transient inhalation of air to compute the change transient inhalation air content which changes transitionally throughout [after the change of the aforementioned amount control system of inhalation of air / transient phase] based on the desired value of the inhalation air content at the time of the aforementioned idle operation, That the engine rotational speed at the time of idle operation should be completed as the aforementioned target rotational speed The feedback control means which carries out feedback control of either [at least] an inhalation air content or the ignition timing according to the difference of the aforementioned target rotational speed and the real rotational speed which is an actual engine rotational speed, It is characterized by establishing a change transient feedback control limit means to restrict one [at least] change of the inhalation air content by the aforementioned feedback control means, and the ignition timing to throughout [aforementioned transient phase].

[0008] When the inhalation air content is controlled by the above 1st or the 2nd amount control system of inhalation of air at the time of idle operation according to this composition, while the desired value of the inhalation air content for maintaining a predetermined target rotational speed by the amount setting means of feedforward control inhalation of air is set up, it usually converges an actual engine rotational speed on the aforementioned target rotational speed by the aforementioned feedback control means at the time. The amount control system of inhalation of air from the 1st method to the 2nd method by the aforementioned amount control-system means for switching of inhalation of air and when switched to the 1st method from the 2nd method, [or] While a change transient inhalation air content is computed throughout [subsequent transient phase] based on the desired value of the aforementioned inhalation air content for the amount control system of inhalation of air after a change, one [at least] change of the inhalation air content by the aforementioned feedback control means and the ignition timing is restricted.

[0009] The usual amount control of inhalation of air by the method after a change is not performed from immediately after it, but after the change of the amount control system of inhalation of air is performed after progress between the aforementioned transient phases. namely, throughout [aforementioned transient phase] The change transient inhalation air content which changes from the desired value of the aforementioned inhalation air content for the amount control system of inhalation of air before a change transitionally towards the desired value of the aforementioned inhalation air content for the amount control system of inhalation of air after a change is made into the desired value of the inhalation air content by feedforward control. again One [at least] feedback control of an inhalation air content and the ignition timing is performed restrictively.

[0010] Invention concerning a claim 2 is characterized by the aforementioned amount calculation means of change transient inhalation of air computing a change transient inhalation air content so that it may become a bigger value than the value according to change of an engine's inlet-pipe internal pressure.

[0011] The amount control system of inhalation of air has changed transitionally, and change of inhalation-of-air loss produces throughout [after the amount control-system change of inhalation of air / transient phase] with change of inlet-pipe internal pressure. For this reason, the inhalation air content for maintaining a predetermined target rotational speed can be presumed according to change of such inlet-pipe internal pressure. However, on the other hand, the factor which changes unit power, such as combustion efficiency, besides change of the above inhalation-of-air losses exists in the meantime. Then, the desired value of the inhalation air content by feedforward control is computed as a bigger value than the inhalation air content presumed to be required according to change of inlet-pipe internal pressure.

[0012] Invention concerning a claim 3 has an inlet-pipe internal pressure response time constant setting means to set up the response time constant of the inlet-pipe internal pressure when operating the aforementioned inhalation-of-air throttle valve according to the opening-and-closing stage of the aforementioned inlet valve. When the amount control system of inhalation of air is switched to the amount control system of inhalation of air of the above 2nd from the amount control system of inhalation of air of the above 1st, the aforementioned amount calculation means of change transient inhalation of air First-order-lag processing of the desired value of the inhalation air content at the time of the aforementioned idle operation is carried out using the time constant of a bigger value than the response time constant of the aforementioned inlet-pipe internal pressure, and it is characterized by computing a change transient inhalation air content.

[0013] Namely, change of the inlet-pipe internal pressure produced when the amount control system of inhalation of air changes transitionally after the change of the amount control system of inhalation of air is assumed to be first-order lag. When the amount control system of inhalation of air is switched to the 2nd method from the 1st method That engine rotational speed should be maintained to a predetermined target rotational speed by a lot of inhalation air contents (change transient inhalation air content) than the inhalation air content needed according to change of inlet-

pipe internal pressure First-order-lag processing of the desired value of the inhalation air content at the time of the aforementioned idle operation is carried out using the time constant of a bigger value than the response time constant of the aforementioned inlet-pipe internal pressure.

[0014] Invention concerning a claim 4 has an inlet-pipe internal pressure response time constant setting means to set up the response time constant of the inlet-pipe internal pressure when operating the aforementioned inhalation-of-air throttle valve according to the opening-and-closing stage of the aforementioned inlet valve. When the amount control system of inhalation of air is switched to the amount control system of inhalation of air of the above 1st from the amount control system of inhalation of air of the above 2nd, the aforementioned amount calculation means of change transient inhalation of air First-order-lag processing of the desired value of the inhalation air content at the time of the aforementioned idle operation is carried out using the time constant of a value smaller than the response time constant of the aforementioned inlet-pipe internal pressure, and it is characterized by computing a change transient inhalation air content.

[0015] Namely, change of the inlet-pipe internal pressure produced when the amount control system of inhalation of air changes transitionally after the change of the amount control system of inhalation of air is assumed to be first-order lag. When the amount control system of inhalation of air is switched to the 1st method from the 2nd method That engine rotational speed should be maintained to a predetermined target rotational speed by a lot of inhalation air contents (change transient inhalation air content) than the inhalation air content needed according to change of inlet-pipe internal pressure First-order-lag processing of the desired value of the inhalation air content at the time of the aforementioned idle operation is carried out using the time constant of a value smaller than the response time constant of the aforementioned inlet-pipe internal pressure.

[0016] Invention concerning a claim 5 is characterized by forbidding change by the aforementioned feedback control means, when one [at least] change of the inhalation air content which is a controlled system according [the aforementioned change transient feedback control limit means] to the aforementioned feedback control means to the aforementioned transient phase period, and the ignition timing tends to cause the fall of unit power.

[0017] That is, the feedback control which can cause the fall of unit power is forbidden that it should avoid that the effect is reduced in the desired value of the inhalation air content by feedforward control throughout [aforementioned transient phase] when suppressing the fall phenomenon of engine rotational speed.

[0018] [Effect of the Invention] According to invention concerning a claim 1, while controlling the inhalation air content by the 1st or 2nd amount control system of inhalation of air, the engine rotational speed at the time of idle operation can usually be maintained to a predetermined target rotational speed not only a time but throughout [after the amount control-system change of inhalation of air / transient phase].

[0019] According to invention concerning a claim 2, generating of the fall phenomenon can be suppressed and the engine rotational speed at the time of idle operation can be maintained to a predetermined target rotational speed throughout [after the amount control-system change of inhalation of air / transient phase].

[0020] According to invention concerning a claim 3, by comparatively simple composition called first-order-lag processing, generating of the fall phenomenon can be suppressed and the engine rotational speed at the time of idle operation can be maintained to a predetermined target rotational speed throughout [transient phase / after the amount control system of inhalation of air was switched to the 2nd method from the 1st method].

[0021] According to invention concerning a claim 4, by comparatively simple composition called first-order-lag processing, generating of the fall phenomenon can be suppressed and the engine rotational speed at the time of idle operation can be maintained to a predetermined target rotational speed throughout [transient phase / after the amount control system of inhalation of air was switched to the 1st method from the 2nd method].

[0022] When according to invention concerning a claim 5 the fall by the feedback control of the unit power at the time of idle operation shall be prevented and it shall suppress the fall phenomenon of engine rotational speed by feedforward control especially throughout [after the amount control-system change of inhalation of air / transient phase], the depressor effect is heightened more.

[0023] [Embodiments of the Invention] Below, the form of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 2 ***** composition of the internal combustion engine E concerning 1 operation form of this invention (for example, 4-cylinder). thus, in the inhalation-of-air path 1 of an internal combustion engine E The dust contained in air The inhalation-of-air throttle valve 3 of the air flow meter d1 which detects the flow rate (inhalation air content) of the air through the air cleaner 2 to remove, and the electronics control formula which a rotation drive is carried out based on the signal from an electronic control unit (ECU) 100 mentioned later, and controls the aforementioned inhalation air content is formed. further In the manifold section of the lower stream of a river of

collector 1c, the fuel injection valve 4 as a fuel supply system is formed for every cylinder.

[0024] And these manifold sections are connected with the unilateral of each cylinder, respectively. The ignition plug 6 which drives based on the signal from ECU100, and lights a gaseous mixture from the inhalation-of-air path 1 is formed in the center of abbreviation of the combustion chamber 5 formed for every cylinder. the electromagnetism which the supply of a gaseous mixture to a combustion chamber 5 is infixed in suction-port 1p as shown in drawing, and is mentioned later -- the inlet valve 8 by which a both-way drive is carried out opens and closes suction-port 1p, and is controlled by the actuator 7

[0025] On the other hand, the flueway 9 which circulates the exhaust air after combustion is connected with a side besides each cylinder. the electromagnetism from a combustion chamber 5 to a flueway 9 which discharge of exhaust air is infixed in exhaust air port 9p as shown in drawing, and is mentioned later -- the exhaust valve 11 by which a both-way drive is carried out opens and closes exhaust air port 9p, and is controlled by the actuator 10 In addition, the catalytic converter (not shown) which contained the three way component catalyst which performs oxidization of the air-fuel ratio sensor d2 which detects an air-fuel ratio according to the oxygen density under exhaust air, and CO and HC which are contained during exhaust air, and reduction of NOx may be formed in a flueway 9.

[0026] ECU100 inputs the read-only memory (ROM) 102 which has memorized the central processing unit (CPU) 101 which performs informational I/O and informational various operations with the exterior, and performs an operation, the program mentioned later, various kinds of data, etc., RAM (RAM) 103 which memorizes information temporarily during program execution, and the signal from an external sensor, or is constituted including the input/output interface 104 which outputs the signal for driving an external actuator. These components are connected through a bus 105.

[0027] The detecting signal from the crank angle sensor d4 which is indirectly connected to the cam shaft interlocked with the coolant temperature sensor d3, the crankshaft, or this which detects the temperature of engine cooling water besides each above-mentioned sensor through a gear etc. directly, and detects a crank position (engine rotational speed is computed based on this), and the load sensor d5 which detects an accelerator control input is also inputted into ECU100. and ECU100 is explained below based on these detecting signals -- as -- the inhalation-of-air throttle valve 3, an ignition plug 6, and electromagnetism -- actuators 7 and 10 are controlled

[0028] Next, the structure of the pumping mechanism of the above-mentioned electromagnetic-control formula is explained with reference to drawing 3 . this operation form -- the electromagnetism for inlet-valve 8 -- an actuator 7 and the electromagnetism for exhaust valve 11 -- since the actuator 10 is made the same, are the thing of an inspired air flow path, and it is made to represent, and explains

[0029] By this thing's preparing the needle 701, the electromagnet 702 for valve opening, and the electromagnet 703 for valve closing of the shape of a plate constituted including the magnetic substance, constituting it to the valve element which constitutes an inlet valve 8, and controlling the current supplied to the coils 702a and 703a of each electromagnet by ECU100, a needle 701 goes back and forth between suction side 702b of each electromagnet, and 703b, and the opening-and-closing time of an inlet valve 8 is controlled.

[0030] An inlet valve 8 is held free [sliding in the valve guide 802 laid under the cylinder head C of an internal combustion engine E], and it is shown to the shank 801 to it up and down. And a retainer 803 is attached in the upper-limit section of a shank 801, and an inlet valve 8 is energized with the spring 804 which acts from a lower part to a retainer 803 in the valve-closing direction, i.e., the direction where face side 805a of a head 805 sits down in the sheet section Cs formed in the port Cp of the cylinder head C.

[0031] The electromagnet 702 for valve opening and the electromagnet 703 for valve closing are arranged above an inlet valve 8, and opposite arrangement of these is carried out on both sides of a needle 701 at the upper and lower sides. A needle 701 is fixed to the nonmagnetic shaft 704 in the core, and shaft lower 704a prolonged below a needle 701 penetrates the core of the electromagnet 702 for valve opening free [reciprocation], and it is made for the soffit section end face to be contacted by upper-limit section end-face 801a of the shank 801 of an inlet valve 8. On the other hand, shaft up 704b prolonged above a needle 701 penetrates the core of the electromagnet 703 for valve closing free [reciprocation], and a spring seat 705 is attached in the upper-limit section. And a needle 701 and a shaft 704 are energized downward with the spring 706 which acts from the upper part to this spring seat 705.

[0032] Thus, a needle 701 is energized by an operation of a spring 706 and operation of the spring 804 through the inlet valve 8 in the direction of the mid-position (specifically, it is the middle position of the electromagnet 702 for valve opening, and the electromagnet 703 for valve closing). And when face side 805a of an inlet valve 8 sits down in the sheet section Cs of the cylinder head C when the electromagnet 703 for valve closing is energized and suction side 703b is adsorbed in a needle 701, and the electromagnet 702 for valve opening is energized, a needle 701 sticks to suction side 702b, and the aforementioned face side 805a **** from there, suction-port 1p is opened and closed.

[0033] In addition, the position sensors d6, such as a potentiometer, are attached in the upper-limit section of a shaft 704, the detecting signal from this sensor d6 is also inputted into ECU100, and the variation rate of a shaft 704 is

detected.

[0034] The control performed by ECU100 below (setting especially at the time of idle operation) is explained. This control is performed every 10ms at the time of idle operation of an engine, and a fundamental flow becomes like drawing 4 . Unit power is maintained by predetermined throughout [transient phase / after the 1st amount control system of inhalation of air by which an inhalation air content is controlled by controlling the opening of the inhalation-of-air throttle valve 3 by this control according to a target inhalation air content at the time of idle operation, and the 2nd amount control system of inhalation of air by which an inhalation air content is controlled by controlling the opening-and-closing time of an inlet valve 8 according to a target inhalation air content were switched].

[0035] Moreover, the open time of an inlet valve 8 shall be fixed near a top dead center, closed time shall be fixed near a bottom dead point, on the other hand, the open time of an inlet valve 7 is fixed near a top dead center, and an inhalation air content is controlled by the 1st amount control system of inhalation of air by setting closed time as adjustable at the 2nd amount control system of inhalation of air.

[0036] First, after the various data which need the engine rotational speed N_e , the cooling water temperature T_w , etc. are read in S1, in S2, the optimal amount control system of inhalation of air is chosen. And in S3, the predetermined target rotational speed tN_e at the time of idle operation is set up according to the cooling water temperature T_w using a formula with reference to table data. The target inhalation air content for maintaining engine rotational speed is set as the target rotational speed tN_e with the aforementioned target rotational speed tN_e high at the time of low water temperature and which was low set up at the time of high water temperature, and was set up in this way in S4.

[0037] In S4, in case a target inhalation air content is calculated from a part for a part for feedforward control operation, and feedback control operation and computes each control input, while a change transient inhalation air content is computed as a part for feedforward control operation, feedback control is restricted to throughout [after the amount control-system change of inhalation of air / transient phase].

[0038] And in S5, the opening of the inhalation-of-air throttle valve 3 is set up, the opening-and-closing time of an inlet valve 8 and an exhaust valve 11 is set up in S6 to realize the target inhalation air content set up in S4, ignition timing by the ignition plug 6 is set up in S7, and this control is ended.

[0039] Below, this control is explained in detail for every step. First, S2 (namely, selection of the amount control system of inhalation of air) is explained with reference to drawing 5 . In S11, it is judged whether the read cooling water temperature T_w is higher than the predetermined temperature α (for example, 80 degrees C). And when judged with it being high (namely, $T_w > \alpha$), it progresses to S12, the 1st amount control system of inhalation of air is chosen, and the flag F for the amount control-system judging of inhalation of air is set as 1. On the other hand, when judged below with the predetermined temperature α (namely, $T_w \leq \alpha$) in S11, it progresses to S13, the 2nd amount control system of inhalation of air is chosen, and the aforementioned flag F is set as 2.

[0040] When the 1st thing is chosen as an amount control system of inhalation of air, in S14, it is judged by last time whether the flag F for the amount control-system judging of inhalation of air was 1. And last flag F (old) When it is 1, it progresses to S15, and after the counted value Cnt of a counter is updated by the value to which only 1 was added, the return of it is carried out. On the other hand, it is the aforementioned flag F (old). A return is carried out, after progressing to S16 and resetting the aforementioned counted value Cnt, when it is not 1 (namely, $F(\text{old}) = 2$). namely, this counter -- the elapsed time after the amount control-system change of inhalation of air ($= 10 \times \text{Cnt}[\text{ms}]$) -- being shown -- **** -- the amount control system of inhalation of air -- the 1st method from the 2nd method -- or it is reset only immediately after switching to the 2nd method from the 1st method so that it may mention later

[0041] When the 2nd thing is chosen as an amount control system of inhalation of air in S13 In S17, it is judged by last time whether the flag F for the amount control-system judging of inhalation of air was 2, and it is the aforementioned flag F (old). When it is 2 After counted value Cnt is updated by the value to which only 1 was added, while a return is carried out by progressing to S18, it is the aforementioned flag F (old). A return is carried out, after progressing to S19 and resetting the aforementioned counted value Cnt, when it is not 2 (namely, $F(\text{old}) = 1$).

[0042] Next, S4 (namely, setup of a target inhalation air content) is explained with reference to drawing 6 - drawing 9 . In the processing shown in S21-S29, when controlling an inhalation air content by the 1st or 2nd amount control system of inhalation of air, the inhalation air content (amount Qff [L/min of feedforward control inhalation of air]) for making engine rotational speed at the time of idle operation into the above-mentioned target rotational speed tN_e by feedforward control is set up.

[0043] First, in S21, although the flag F for the amount control-system judging of inhalation of air is 1, it is judged whether it is no. When the aforementioned flag F is 1, it progresses to S22, and the amount Qff1 of feedforward control inhalation of air in the 1st amount control system of inhalation of air is set up using a formula with reference to table data, and makes set-up Qff1 the amount Qff of feedforward control inhalation of air (S23).

[0044] On the other hand, when the flag F for the amount control-system judging of inhalation of air is not 1 in S21

(namely, $F=2$), it progresses to S24, and the amount Qff2 of feedforward control inhalation of air in the 2nd amount control system of inhalation of air is set up using a formula with reference to table data, and makes set-up Qff2 the amount Qff of feedforward control inhalation of air (S25).

[0045] In addition, these table data calculate the inhalation air content needed in order to make engine rotational speed at the time of idle operation into a predetermined value in each amount control system of inhalation of air by system experiment.

[0046] And in S26, it is judged whether the elapsed time after the amount control-system change of inhalation of air has passed the predetermined time epsilon (for example, 1 [sec]). When having passed, it progresses to S27 and is the amount Qff of feedforward control inhalation of air as it is Amount Qff of output feedforward control inhalation of air'. It progresses to S28 noting that the amount control system of inhalation of air has changed transitionally by change when having not passed, while carrying out. The change transient inhalation air content Qtr which the change transient inhalation air content Qtr was set up, and was set up in S28 so that it might mention later using the amount Qff of feedforward control inhalation of air is amount Qff of output feedforward control inhalation of air'. It is carried out.

[0047] In the processing shown in S30-S34, feedback control is performed that an actual engine rotational speed should be completed as the target rotational speed tNe . First, the feedback control control input Qfb is set up in S31. Feedback control is performed about either [at least] an inhalation air content or the ignition timing. Here, although the example performed about these both is shown, even if it adopts the thing corresponding to the object which chose only either and was chosen among the steps explained below and performs feedback control, there is a considerable effect.

[0048] The feedback control control input (amount Qfba [L/min of feedback control inhalation of air]) about an inhalation air content and the feedback control control input (feedback control ignition-timing Qfbp [deg]) about ignition timing are computed by the lower formula using the predetermined control gain $k1$ and $k2$ (for example, $k1=0.005$, $k2=0.07$). The aforementioned control gain $k1$ and $k2$ is the control gain about an inhalation air content and ignition timing, respectively, and it is determined that the stability of a system which set the engine which is a controlled system by the feedback control controller becomes in the predetermined range (for example, range which sets a gain margin to 10dB).

[0049]

$$Qfba = Qfba' (old) + k1 \times (tNe - Ne) \dots (1)$$

$$Qfbp = k2 \times (tNe - Ne) \dots (2)$$

Thus, although found the integral type feedback control can be performed about an inhalation air content and been [it / proportional] type feedback control can be performed about ignition timing, other control gestalten, such as a been [it / proportional] type, may be applied about an inhalation air content, and other control gestalten may be applied about ignition timing. In addition, Qfba' (old) of an upper formula (1) is a value in the processing of the last time of amount Qfba of output-feedback-control inhalation of air' mentioned later.

[0050] And when it is judged whether the elapsed time after the amount control-system change of inhalation of air has passed the predetermined time epsilon and it has passed in S31, it progresses to S32 and is the feedback control control input Qfb as it is Output-feedback-control control input Qfb'. It progresses to S33 and feedback control is restricted noting that the amount control system of inhalation of air has changed transitionally by change when having not passed, while carrying out. In S33, the limit feedback control control input Qre is set up so that it may mention later using the feedback control control input Qfb, and the limit feedback control control input Qre is output-feedback-control control input Qfb'. It is carried out.

[0051] In addition, with this operation gestalt, since feedback control is performed about an inhalation air content and ignition timing, the output-feedback-control control input about an inhalation air content is called amount Qfba of output-feedback-control inhalation of air', and the output-feedback-control control input about ignition timing is called output-feedback-control ignition-timing Qfbp'.

[0052] **** [in / S28 (namely, setup of the change transient inhalation air content Qtr), and S33 (namely, setup of the limit feedback control control input Qre) / here] -- it ***** just First, the processing in S28 is explained with reference to drawing 7 .

[0053] Response time constant [of the inlet-pipe internal pressure at the time of operating the inhalation-of-air throttle valve 3 using the valve-closing time term which read the closed stage of the inlet valve 8 set up last time in S41, and was read in S42 continuing] T [sec] It sets up. Since the inhalation air content at the time of operating the inhalation-of-air throttle valve 3 or the responsibility of inlet-pipe internal pressure changes according to the closed stage of an inlet valve, it asks for this response time constant T by system experiment. And it asks for the aforementioned response time constant T to each close stage of an inlet valve 8, for example, the table data about each field of a low rotational-speed region, an inside rotational-speed region, and a high rotational-speed region are given.

[0054] In S43, it is judged whether the flag F for the amount control-system judging of inhalation of air is 1. It progresses to S44 and a time constant T21 is computed at the time of a change noting that it is in throughout [transient phase / after the amount control system of inhalation of air was switched to the 1st method from the 2nd method now], when the aforementioned flag F is 1. Specifically, a time constant T21 makes only 0.2 [sec] a small time constant at the time [time constant / response / T / aforementioned] of a change. And in S45 continuing, first-order-lag processing is performed to the amount Qff (namely, the amount Qff1 of feedforward control inhalation of air in the 1st amount control system of inhalation of air) of feedforward control inhalation of air using a time constant T21 at the time of a change, and let the value be the change transient inhalation air content Qtr.

[0055] On the other hand, it progresses to S46 and a time constant T12 is computed at the time of a change noting that it is in throughout [transient phase / after the amount control system of inhalation of air was switched to the 2nd method from the 1st method now], when the flag F for the amount control-system judging of inhalation of air is not 1 in S43 (namely, $F = 2$). Specifically, a time constant T12 makes only 0.2 [sec] a big time constant at the time [time constant / response / T / aforementioned] of a change. And in S47 continuing, first-order-lag processing is performed to the amount Qff (namely, the amount Qff2 of feedforward control inhalation of air in the 2nd amount control system of inhalation of air) of feedforward control inhalation of air using a time constant T12 at the time of a change, and let the value be the change transient inhalation air content Qtr.

[0056] Thus, amount Qff of output feedforward control inhalation of air' of the transient phase throughout after the amount control-system change of inhalation of air There are the following effects in computing the change transient inhalation air content Qtr by carrying out.

[0057] After switching the amount control system of inhalation of air, while the amount control system of inhalation of air changes transitionally, change arises in inhalation-of-air loss with change of inlet-pipe internal pressure. Although an inhalation air content required in order to maintain a predetermined target rotational speed at this time can be presumed according to change of the aforementioned inlet-pipe internal pressure, it is one of these and the factor which changes unit power, such as combustion efficiency, besides change of the above-mentioned inhalation-of-air loss also exists.

[0058] Then, by computing a lot of [as shown in drawing 13 as amount Qff of output feedforward control inhalation of air' throughout / aforementioned transient phase] change transient inhalation air contents Qtr (curves a1 and b1) than the required inhalation air content (curves a2 and b2) according to change of inlet-pipe internal pressure Engine rotational speed is maintainable to a predetermined target rotational speed, avoiding generating of the fall phenomenon of the engine rotational speed at the time of idle operation.

[0059] If it is in throughout [transient phase / after the amount control system of inhalation of air was switched to the 2nd thing from the 1st thing], the inlet-valve close stage (curve a4) for realizing such a change transient inhalation air content Qtr is set up so that it may change later than the inlet-valve close stage (curve a3) for realizing the aforementioned required inhalation air content. On the other hand, if it is in throughout [transient phase / after the amount control system of inhalation of air was switched to the 1st thing from the 2nd thing], the aforementioned valve-closing time term (curve b4) is set up so that it may change earlier than the inlet-valve close stage (curve b3) for realizing the aforementioned required inhalation air content.

[0060] Next, the processing in S33 is explained with reference to drawing 8 . The amount Qfba of feedback control inhalation of air set up in S30 in S51 It is judged whether a difference with the amount Qfba of feedback control inhalation of air (old) set up in the last processing is zero or more. When it is zero or more, it progresses to S52 and is this amount Qfba of feedback control inhalation of air. The amount Qrea of limit feedback control inhalation of air It is carried out. When it is not zero or more in S51 (namely, $Qfba - Qfba(\text{old}) < 0$), on the other hand, it progresses to S53, and the last amount Qfba of feedback control inhalation of air (old) is the amount Qrea of limit feedback control inhalation of air. It is carried out. The amount Qrea of limit feedback control inhalation of air In S34, it considers as amount Qfba of output-feedback-control inhalation of air' after that.

[0061] Moreover, feedback control ignition timing Qfbp set up in S30 in S54 It is judged whether it is positive. When it is positive, it progresses to S55 and is the feedback control ignition timing Qfbp. Limit feedback control ignition timing Qrep It is carried out. When it is not positive in S54 (namely, $Qfbp \leq 0$), on the other hand, it progresses to S56, and is the limit feedback control ignition timing Qrep. It is referred to as 0. Limit feedback control ignition timing Qrep In S34, it considers as output-feedback-control ignition-timing Qfbp' after that.

[0062] Thus, it is avoidable that the effect is reduced in the desired value (namely, amount Qff of output feedforward control inhalation of air') of the inhalation air content by the feedforward control of the transient phase throughout after the amount control-system change of inhalation of air by restricting the feedback control about the inhalation air content which can cause the fall of unit power, and ignition timing when suppressing the fall phenomenon of engine rotational speed.

[0063] They are amount Q_{ff} of output feedforward control inhalation of air', and output-feedback-control control input Q_{fb} ' as mentioned above. After being set up, a target inhalation air content is set up by processing shown in S61-S65. First, in S61, the inhalation-of-air throttle valve effective-area product A_i for an idle is computed based on amount Q_{ff} of output feedforward control inhalation of air', and amount Q_{fb} of output-feedback-control inhalation of air'. Here, the inhalation-of-air throttle valve effective-area product A_i is computed by multiplying by the coefficient which shows the relation between the inhalation-of-air throttle valve passage air flow rate in a sonic flow rate, and an inhalation-of-air throttle valve effective-area product to the target inhalation air content expressed with the volumetric flow rate per unit time.

[0064] In S62 continuing, the inhalation-of-air throttle valve effective-area product A_a for the accelerator operation according to the accelerator control input A_c is set up with reference to table data. Furthermore, in S63, the inhalation-of-air throttle valve effective-area product A which is the sum of the inhalation-of-air throttle valve effective-area product A_i for an idle and the inhalation-of-air throttle valve effective-area product A_a for accelerator operation is computed, and the value ANV which $**(\text{ed})$ the inhalation-of-air throttle valve effective-area product A with the engine rotational speed N_e and displacement V in S64 is computed. And in S65, the table data of the volumetric-flow-rate ratio QHO (volume in the reference condition of new $****$ to cylinder capacity) are searched using the aforementioned value ANV , and the target-volume flow rate $tQHO$ is set up. Here, the table data of the volumetric-flow-rate ratio QHO are a property equivalent to the engine having the mechanical inlet valve at the time of making for example, an inlet-valve open stage into a top dead center, and making an inlet-valve close stage into a bottom dead point.

[0065] Next, S5 (namely, setup of inhalation-of-air throttle valve opening) is explained with reference to drawing 10. First, in S71, it is judged whether the flag F for the amount control-system judging of inhalation of air is 1. When the aforementioned flag F is 1, it progresses to S72 and the effective-area product for controlling an inhalation air content in S72 and S73 is set up. That is, in S73, the value ANV_m which $**(\text{ed})$ the inhalation-of-air throttle valve effective-area product in the 1st amount control system of inhalation of air with engine rotational speed and displacement with reference to table data using the target-volume flow rate $tQHO$ is set up. And in S73 continuing, the inhalation-of-air throttle valve effective-area product A_t is computed by multiplying this value ANV_m by the engine rotational speed N_e and displacement V .

[0066] On the other hand, when the flag F for the amount control-system judging of inhalation of air is not 1 in S71 (namely, $F=2$), it progresses to S74 and the effective-area product for adjusting inlet-pipe internal pressure in the predetermined target prepressure force in S74-S77 is set up. When inlet-pipe internal pressure is fixed, value $A/(N_e V)$ and the target-volume flow rate $tQHO$ which $**(\text{ed})$ the inhalation-of-air throttle valve effective-area product with engine rotational speed and displacement serve as proportionality. Then, first, in S74, inlet-pipe internal pressure is set as the predetermined target prepressure force tP_{man} (for example, $tP_{man} = -50[\text{mmHg}]$), table data are referred to in S75 continuing, and it is the aforementioned target prepressure force tP_{man} . The coefficient C of the aforementioned proportionality which responded is set up.

[0067] And in S76, the value ANV_e which multiplied the target-volume flow rate $tQHO$ by the aforementioned coefficient C , and $**(\text{ed})$ the inhalation-of-air throttle valve effective-area product in the 2nd amount control system of inhalation of air with engine rotational speed and displacement is set up, and in S77, the inhalation-of-air throttle valve effective-area product A_t is computed by multiplying this value ANV_e by the engine rotational speed N_e and displacement V . In S78, inhalation-of-air throttle valve opening ϕ_{ia} is set up with reference to table data according to the inhalation-of-air throttle valve effective-area product A_t computed in S73 or S77.

[0068] Next, S6 (namely, setup of the opening-and-closing stage of an inlet valve 8 and an exhaust valve 11) is explained with reference to drawing 11. first, in S81, an open stage sets it as a top dead center about an inlet valve 7 -- having -- moreover -- an exhaust valve 9 -- an open stage -- a bottom dead point -- and a closed stage is set as a top dead center And the closed stage of an inlet valve 7 is set up by processing shown after S82.

[0069] In S82, it is judged whether the flag F for the amount control-system judging of inhalation of air is 1. When the aforementioned flag F is 1, it progresses to S83 and the inlet-valve close stage in the 1st amount control system of inhalation of air is set up by processing shown in S83-S85. That is, only when it is judged with it being throughout [after the amount control-system change of inhalation of air / transient phase] in S84 after the inlet-valve close stage was set as the bottom dead point in S83, first-order-lag processing is performed about the inlet-valve close stage by which a setup was carried out [aforementioned] in S85. The response time constant T of the above-mentioned inlet-pipe internal pressure is used for this first-order-lag processing.

[0070] On the other hand, when the flag F for the amount control-system judging of inhalation of air is not 1 in S82 (namely, $F=2$), it progresses to S86 and the inlet-valve close stage in the 2nd amount control system of inhalation of air is set up by processing shown in S86-S90. That is, table data are referred to in S86, and it is the target inlet-pipe

internal pressure t_{Pman} . The maximum (the maximum volumetric-flow-rate ratio QH_{Omax}) of the volumetric-flow-rate ratio which can sometimes be inhaled is calculated, and it sets to S87 continuing, and is the maximum volumetric-flow-rate ratio QH_{Omax} . Inlet-valve open period D_{in} for using and realizing target-volume flow rate t_{QHO} [degCA] ($=180 \times t_{QHO} / QH_{Omax}$) It is computed.

[0071] And only when it is judged with it being throughout [after the amount control-system change of inhalation of air / transient phase] in S89 after the inlet-valve close stage was computed in S88, first-order-lag processing is performed about the inlet-valve close stage by which calculation was carried out [aforementioned] in S90. The response time constant T of the above-mentioned inlet-pipe internal pressure is used for this first-order-lag processing.

[0072] Next, S7 (namely, setup of ignition timing) is explained with reference to drawing 12. First, in S101, variable PER [%] ($=Q_{fbp}' / (Q_{ff}' + Q_{fba}') \times 100$) is computed by output-feedback-control ignition-timing Q_{fbp}' to the sum of amount Q_{ff}' of output feedforward control inhalation of air' and amount Q_{fba}' of output-feedback-control inhalation of air' carrying out comparatively. This variable PER shows the ratio at the time of fluctuating the unit power at the time of idle operation by the feedback control of ignition timing.

[0073] And variation ΔADV of ignition timing demanded from the unit power for realizing the aforementioned variable PER in S102 It is changed into [degCA]. This variation ΔADV is computed based on the data obtained by conducting a system experiment beforehand. In S103 continuing, ignition timing ADV is computed based on the usual ignition timing GOV and the aforementioned variation ΔADV at the time of idle operation.

[0074] As explained above, when according to this invention the inhalation air content is controlled by the 1st or 2nd amount control system of inhalation of air at the time of idle operation and the amount control system of inhalation of air is switched Since the change transient inhalation air content Q_{tr} which changes transitionally is computed and a target inhalation air content is set as throughout [transient phase / of the subsequent amount control system of inhalation of air] using this change transient inhalation air content Q_{tr} , engine rotational speed is maintainable to predetermined throughout / aforementioned transient phase /.

[Translation done.]

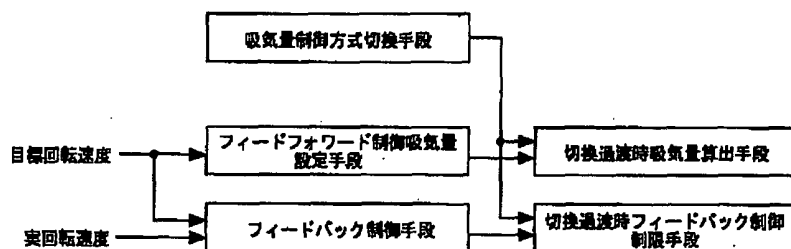
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

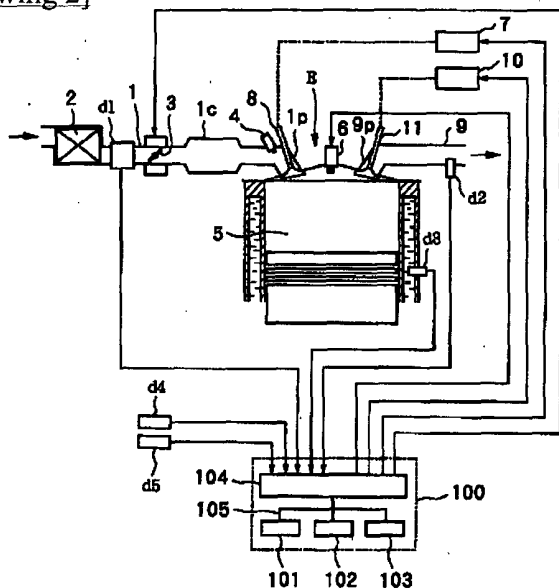
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

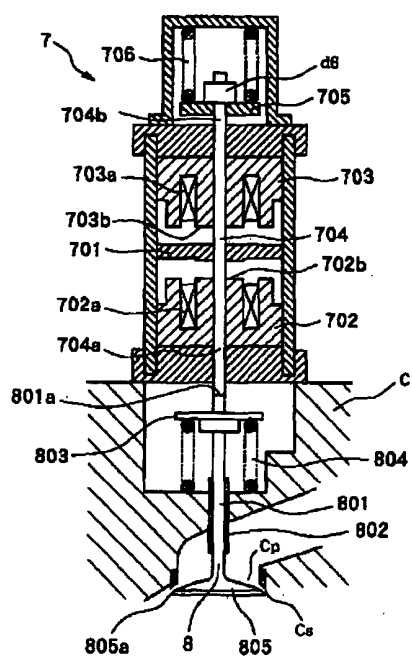
[Drawing 1]



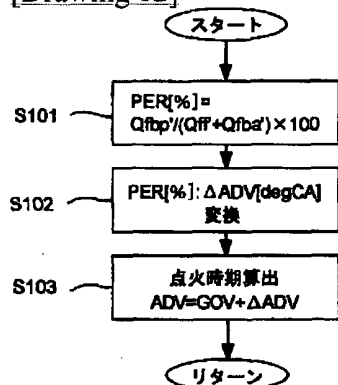
[Drawing 2]



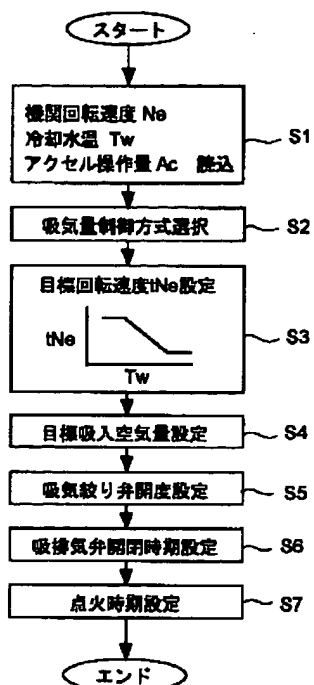
[Drawing 3]



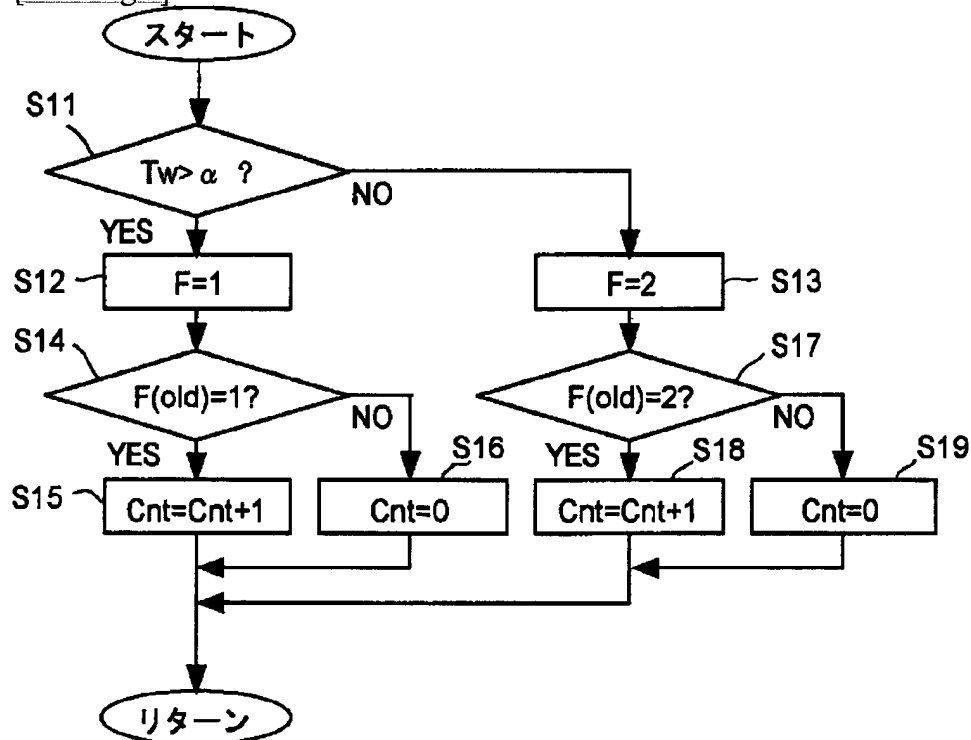
[Drawing 12]



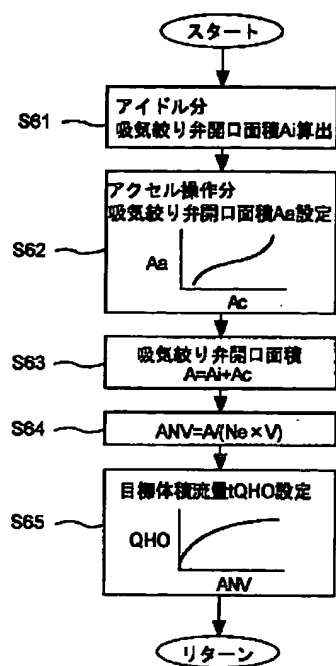
[Drawing 4]



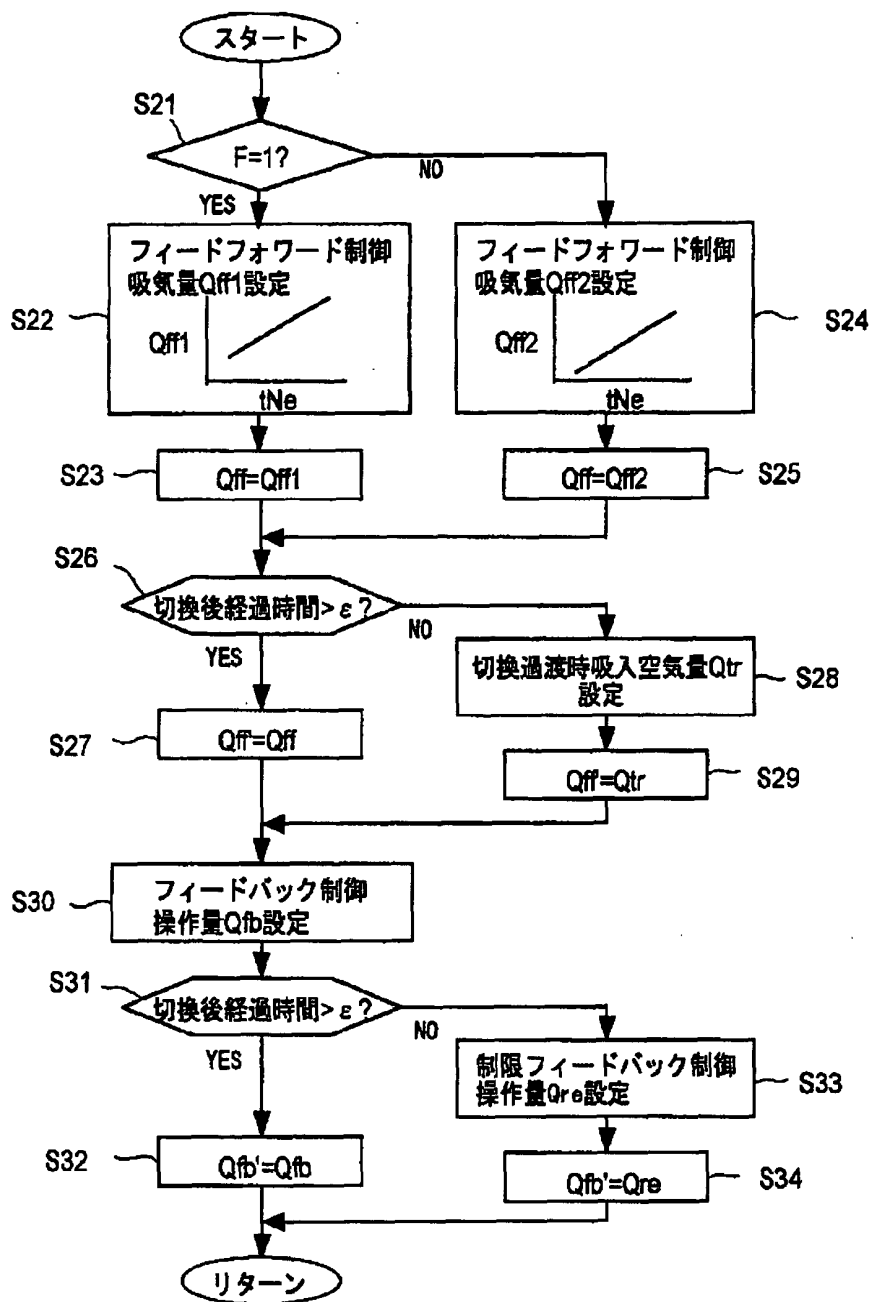
[Drawing 5]



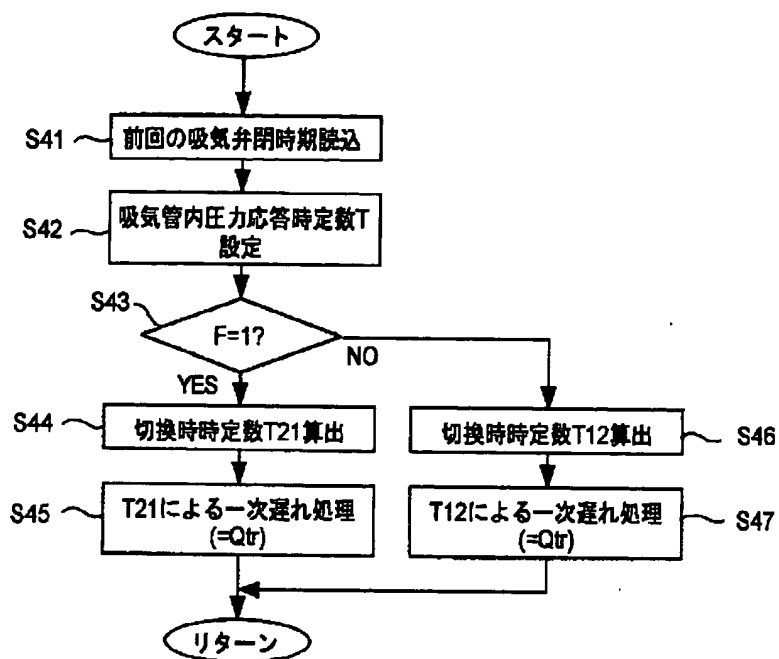
[Drawing 9]



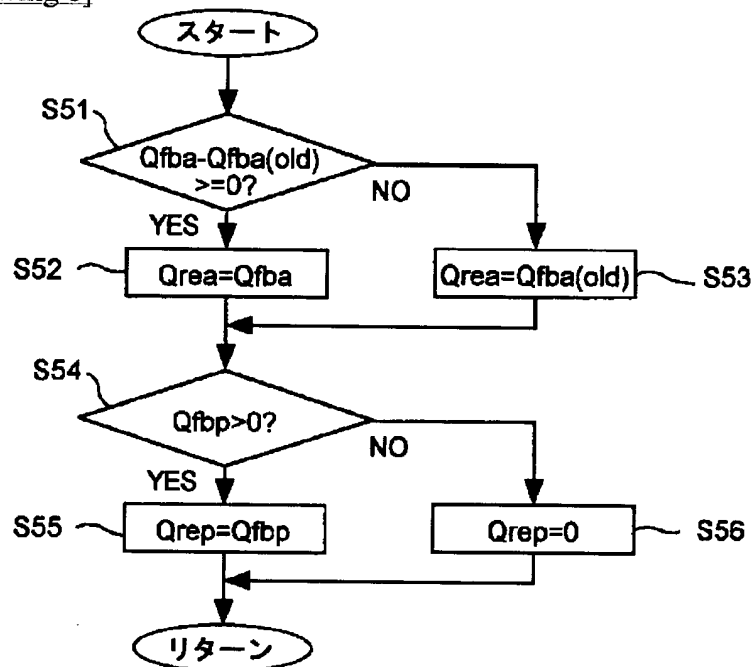
[Drawing 6]



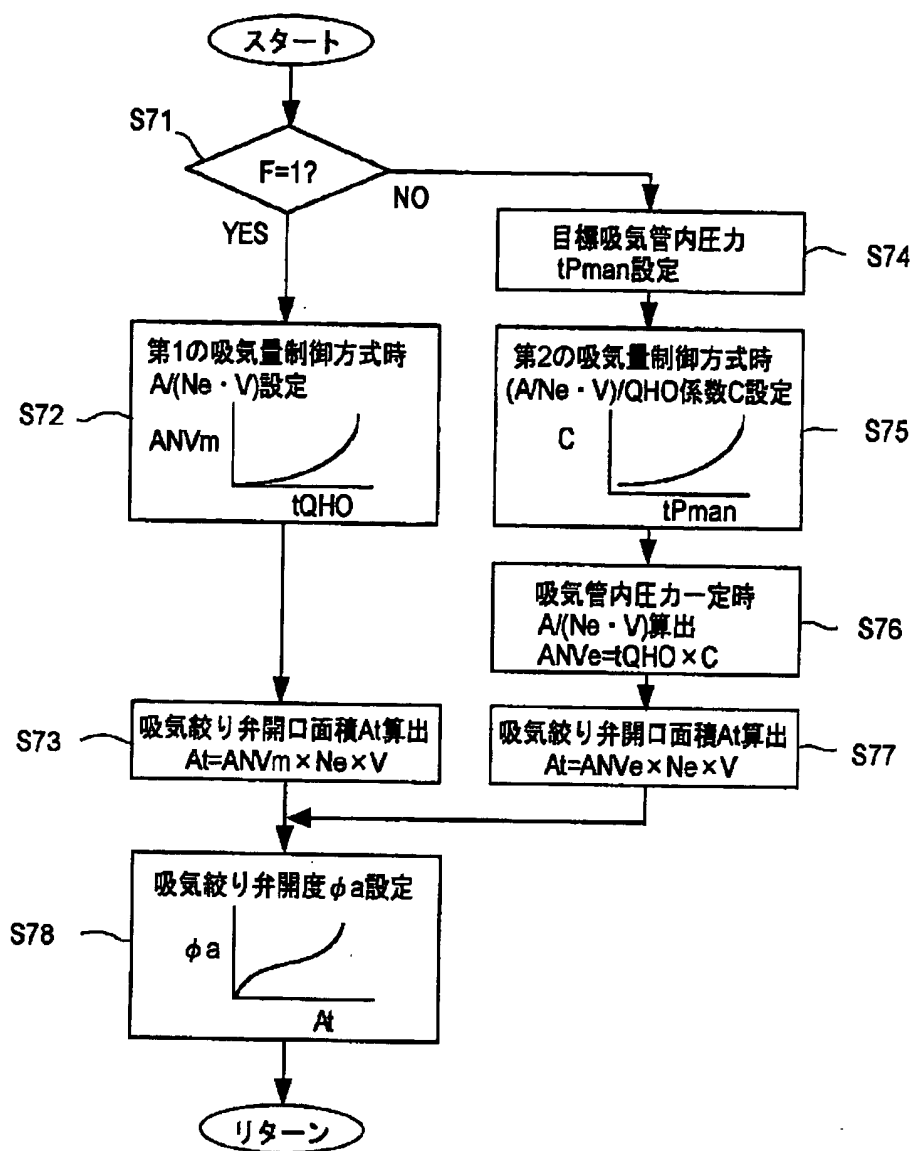
[Drawing 7]



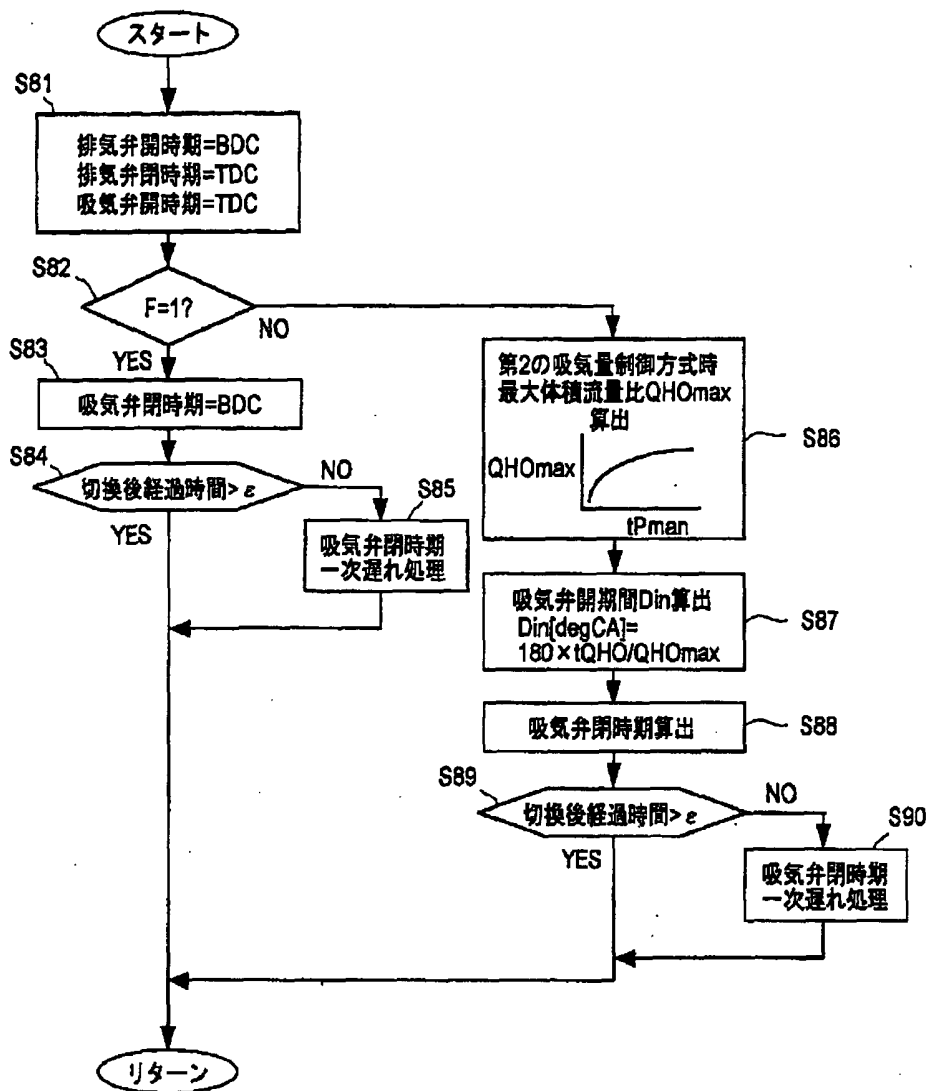
[Drawing 8]



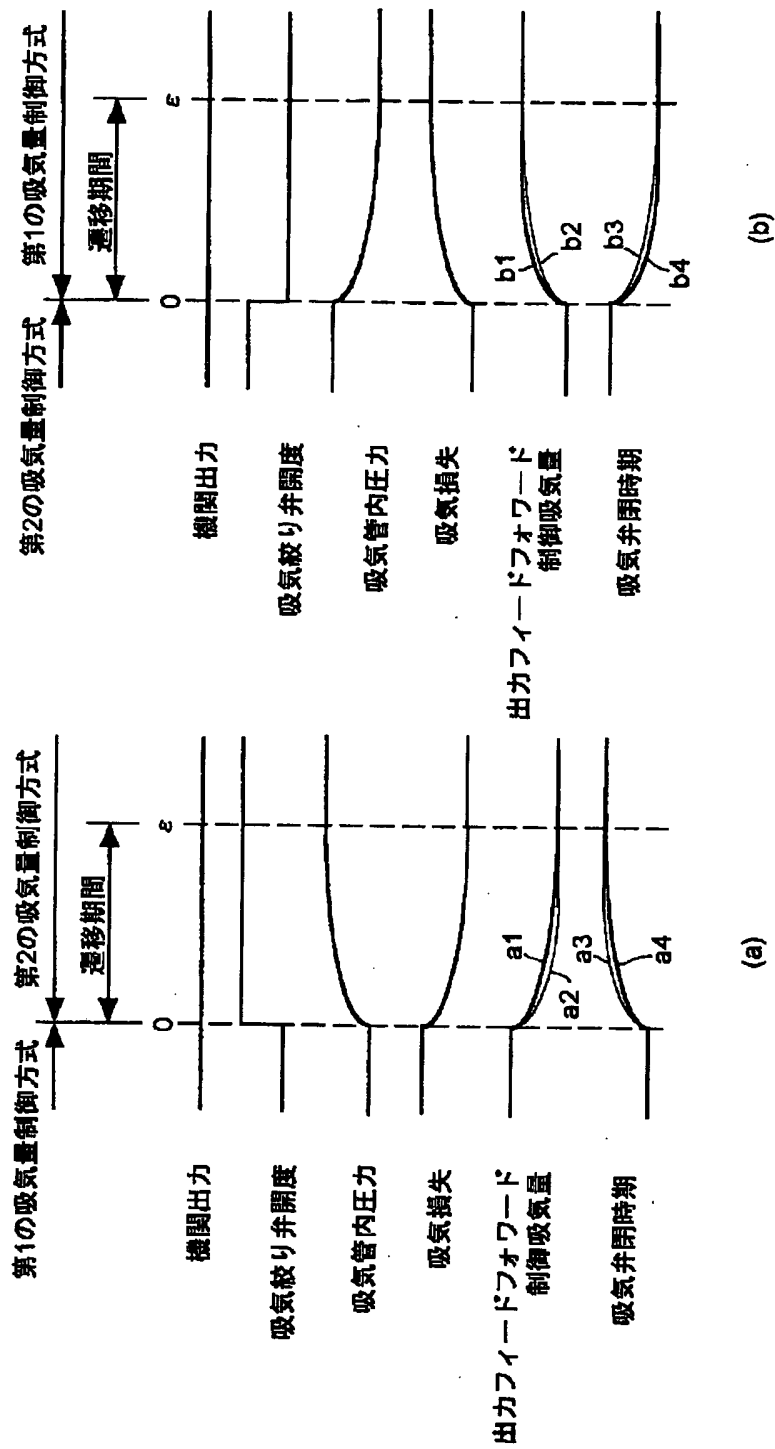
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 13]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-221094
(P2001-221094A)

(43) 公開日 平成13年8月17日 (2001.8.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)	
F 0 2 D 43/00	3 0 1	F 0 2 D 43/00	3 0 1 K	3 G 0 2 2
			3 0 1 B	3 G 0 6 5
			3 0 1 Z	3 G 0 8 4
9/02	3 5 1	9/02	3 5 1 M	3 G 0 9 2
11/10		11/10	F	3 G 3 0 1
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願2000-29508 (P2000-29508)

(22) 出願日 平成12年2月7日 (2000.2.7)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 山口 武蔵

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72) 発明者 小幡 武昭

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100078330

弁理士 笹島 富二雄

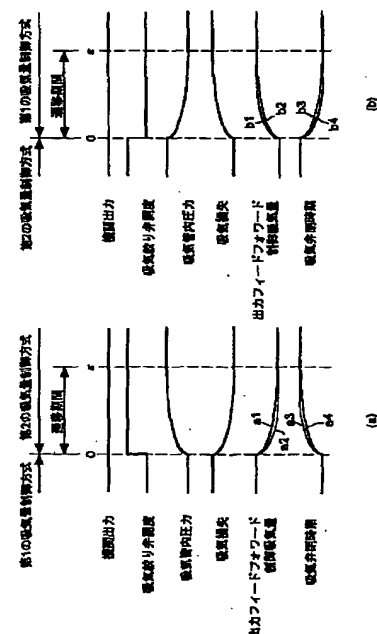
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の出力制御装置

(57) 【要約】

【課題】 吸気弁の開閉時期を制御することによって吸入空気量を制御する方式と、吸気絞り弁の開度を制御することによって吸入空気量を制御する方式とを切り換えた後の遷移期間中に、所定の目標回転速度を維持する。

【解決手段】 吸気量制御方式切換後の遷移期間中 ($t = 0 \sim \varepsilon$) に、この間に過渡的に変化する切換過渡時吸入空気量 (曲線 a 1 及び b 1) を算出する。切換過渡時吸入空気量は、切換後の吸気量制御方式のためのフィードフォワード制御吸入量を一次遅れ処理して、機関の吸気管内圧力の変化に応じて必要と推定される吸入空気量 (曲線 a 2 及び b 2) より大きな値となるように求め、求められた切換過渡時吸入空気量を用いて目標吸入空気量を設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】目標吸入空気量に応じて開度を制御することができる吸気絞り弁と、目標吸入空気量に応じて開閉時期を可変に設定することができる吸気弁とを備えるとともに、前記吸気絞り弁の開度を制御することによって吸入空気量を制御する第1の吸気量制御方式と、前記吸気弁の開閉時期を変えることによって吸入空気量を制御する第2の吸気量制御方式とを切り換える吸気量制御方式切換手段を備える内燃機関の出力制御装置であって、前記第1又は第2の吸気量制御方式によって吸入空気量を制御しているときに、アイドル運転時の機関回転速度を所定の目標回転速度に維持するための吸入空気量の目標値をフィードフォワード制御によって設定するフィードフォワード制御吸気量設定手段と、

前記アイドル運転時の吸入空気量の目標値に基づいて、前記吸気量制御方式の切換後の遷移期間中に過渡的に変化する切換過渡時吸入空気量を算出する切換過渡時吸気量算出手段と、

アイドル運転時の機関回転速度を前記目標回転速度に収束させるべく、前記目標回転速度と実際の機関回転速度である実回転速度との差に応じて吸入空気量及び点火時期のうちの少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御手段と、

前記フィードバック制御手段による吸入空気量及び点火時期のうちの少なくとも一方の変化を、前記遷移期間中に制限する切換過渡時フィードバック制御制限手段と、を設けたことを特徴とする内燃機関の出力制御装置。

【請求項2】前記切換過渡時吸気量算出手段が、切換過渡時吸入空気量を、機関の吸気管内圧力の変化に応じた値より大きな値となるように算出することを特徴とする請求項1記載の内燃機関の出力制御装置。

【請求項3】前記吸気絞り弁を作動したときの吸気管内圧力の応答時定数を前記吸気弁の開閉時期に応じて設定する吸気管内圧力応答時定数設定手段を有し、

前記切換過渡時吸気量算出手段が、吸気量制御方式が前記第1の吸気量制御方式から前記第2の吸気量制御方式に切り換えられた場合に、前記吸気管内圧力の応答時定数より大きな値の時定数を用いて前記アイドル運転時の吸入空気量の目標値を一次遅れ処理して、切換過渡時吸入空気量を算出することを特徴とする請求項1又は請求項2記載の内燃機関の出力制御装置。

【請求項4】前記吸気絞り弁を作動したときの吸気管内圧力の応答時定数を前記吸気弁の開閉時期に応じて設定する吸気管内圧力応答時定数設定手段を有し、

前記切換過渡時吸気量算出手段が、吸気量制御方式が前記第2の吸気量制御方式から前記第1の吸気量制御方式に切り換えられた場合に、前記吸気管内圧力の応答時定数より小さな値の時定数を用いて前記アイドル運転時の吸入空気量の目標値を一次遅れ処理して、切換過渡時吸入空気量を算出することを特徴とする請求項1又は請求

項2記載の内燃機関の出力制御装置。

【請求項5】前記切換過渡時フィードバック制御制限手段が、前記遷移期間中に、前記フィードバック制御手段による制御対象である吸入空気量及び点火時期のうちの少なくとも一方の変化が機関出力の低下を招く方向にあるときに前記フィードバック制御手段による変化を禁止することを特徴とする請求項1～請求項4のいずれか1つに記載の内燃機関の出力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の出力制御装置に関する。より詳細には、アイドル運転時の機関回転速度を所定の目標回転速度に制御する内燃機関の出力制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】アイドル運転時には、所定の機関出力を維持すべく、機関回転速度が所定の目標回転速度に制御されるが、このための手法として、従来より、前記目標回転速度と実際の機関回転速度との差に応じて吸入空気量をフィードバック制御するものが一般的である（特開昭61-169642号公報参照）。

【0003】ところで、機関の吸気弁を電磁力によって駆動することにより、吸気弁の開閉時期を可変に設定することができるようにしたシステムが公知である（特開平10-311231号公報参照）。このようなシステムでは、吸気絞り弁を備えないか又は吸気絞りを極小くして吸気管内圧力を大気圧に近い状態とし、吸気弁の開閉時期を制御することによって吸入空気量を制御することで、従来の吸気絞り弁の制御による吸気量制御方式に比べて、吸気損失（ポンピングロス）が低減され、燃料消費率を低下させることができる。

【0004】そこで、吸気絞り弁の開度を制御して吸気管内圧力が比較的低い状態で吸入空気量を制御する方式と、上記のように吸気管内圧力を大気圧に近い状態とし、吸気弁の開閉時期を制御して吸入空気量を制御する方式とをともに設け、アイドル運転時の出力制御に適用することが考えられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このものでは、前記2つの吸気量制御方式を切り換えた場合に、切換後の吸気管内圧力の変化による吸気損失の変化に伴って、所定の目標回転速度を維持するために必要な吸入空気量に変化する。このようにして必要とされる吸入空気量をリアルタイムで正確に演算するのは困難であり、実際に必要とされている吸入空気量との間に誤差が生じる可能性がある。そして、このような誤差が実際に必要とされている吸入空気量よりも少ない方向に生じた場合には、機関回転速度が低下するという問題がある。

【0006】このような実情に鑑み、本発明は、吸気弁の開閉時期を制御することによって吸入空気量を制御す

る方式と、吸気絞り弁の開度を制御することによって吸入空気量を制御する方式とを切り換えて吸入空気量を制御するとともに、アイドル運転時に（例えば、冷却水温に応じて）前記2つの吸気量制御方式を切り換えた場合にも、所定の目標回転速度を維持することができる内燃機関の出力制御装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1に係る発明は、図1に示すように、目標吸入空気量に応じて開度を制御することができる吸気絞り弁と、目標吸入空気量に応じて開閉時期を可変に設定することができる吸気弁とを備えるとともに、前記吸気絞り弁の開度を制御することによって吸入空気量を制御する第1の吸気量制御方式と、前記吸気弁の開閉時期を変えることによって吸入空気量を制御する第2の吸気量制御方式とを切り換える吸気量制御方式切換手段を備える内燃機関の出力制御装置であって、前記第1又は第2の吸気量制御方式によって吸入空気量を制御しているときに、アイドル運転時の機関回転速度を所定の目標回転速度に維持するための吸入空気量の目標値をフィードフォワード制御によって設定するフィードフォワード制御吸気量設定手段と、前記アイドル運転時の吸入空気量の目標値に基づいて、前記吸気量制御方式の切換後の遷移期間中に過渡的に変化する切換過渡時吸入空気量を算出する切換過渡時吸気量算出手段と、アイドル運転時の機関回転速度を前記目標回転速度に収束させるべく、前記目標回転速度と実際の機関回転速度である実回転速度との差に応じて吸入空気量及び点火時期のうちの少なくとも一方をフィードバック制御するフィードバック制御手段と、前記フィードバック制御手段による吸入空気量及び点火時期のうちの少なくとも一方の変化を、前記遷移期間中に制限する切換過渡時フィードバック制御制限手段と、を設けたことを特徴とする。

【0008】かかる構成によれば、アイドル運転時において吸入空気量が前記第1又は第2の吸気量制御方式で制御されているときに、通常時は、フィードフォワード制御吸気量設定手段によって所定の目標回転速度を維持するための吸入空気量の目標値が設定されるとともに、前記フィードバック制御手段によって実際の機関回転速度が前記目標回転速度に収束される。そして、前記吸気量制御方式切換手段によって吸気量制御方式が第1の方式から第2の方式に又は第2の方式から第1の方式に切り換えられたときは、その後の遷移期間中において、切換後の吸気量制御方式のための前記吸入空気量の目標値に基づいて、切換過渡時吸入空気量が算出されるとともに、前記フィードバック制御手段による吸入空気量及び点火時期のうちの少なくとも一方の変化が制限される。

【0009】すなわち、吸気量制御方式の切換後は、切換後の方式による通常の吸気量制御がその直後から行われるのではなく前記遷移期間の経過以後行われ、前記遷

移期間中は、切換前の吸気量制御方式のための前記吸入空気量の目標値から切換後の吸気量制御方式のための前記吸入空気量の目標値に向けて過渡的に変化する切換過渡時吸入空気量がフィードフォワード制御による吸入空気量の目標値とされ、また、吸入空気量及び点火時期のうちの少なくとも一方のフィードバック制御が制限的に行われる。

【0010】請求項2に係る発明は、前記切換過渡時吸気量算出手段が、切換過渡時吸入空気量を、機関の吸気管内圧力の変化に応じた値より大きな値となるように算出することを特徴とする。

【0011】吸気量制御方式切換後の遷移期間中は、吸気量制御方式が過渡的に遷移しており、吸気管内圧力の変化に伴って吸気損失の変化が生じる。このため、所定の目標回転速度を維持するための吸入空気量は、このような吸気管内圧力の変化に応じて推定することができる。しかし、その一方で、この間は、上記のような吸気損失の変化以外にも燃焼効率等の機関出力を変化させる要因が存在する。そこで、フィードフォワード制御による吸入空気量の目標値を、吸気管内圧力の変化に応じて必要と推定される吸入空気量よりも大きな値として算出するのである。

【0012】請求項3に係る発明は、前記吸気絞り弁を作動したときの吸気管内圧力の応答時定数を前記吸気弁の開閉時期に応じて設定する吸気管内圧力応答時定数設定手段を有し、前記切換過渡時吸気量算出手段が、吸気量制御方式が前記第1の吸気量制御方式から前記第2の吸気量制御方式に切り換えられた場合に、前記吸気管内圧力の応答時定数より大きな値の時定数を用いて前記アイドル運転時の吸入空気量の目標値を一次遅れ処理して、切換過渡時吸入空気量を算出することを特徴とする。

【0013】すなわち、吸気量制御方式の切換後に吸気量制御方式が過渡的に遷移することによって生じる吸気管内圧力の変化を一次遅れと仮定し、吸気量制御方式が第1の方式から第2の方式に切り換えられた場合に、吸気管内圧力の変化に応じて必要とされる吸入空気量よりも多量の吸入空気量（切換過渡時吸入空気量）によって機関回転速度を所定の目標回転速度に維持すべく、前記吸気管内圧力の応答時定数より大きな値の時定数を用いて前記アイドル運転時の吸入空気量の目標値を一次遅れ処理するのである。

【0014】請求項4に係る発明は、前記吸気絞り弁を作動したときの吸気管内圧力の応答時定数を前記吸気弁の開閉時期に応じて設定する吸気管内圧力応答時定数設定手段を有し、前記切換過渡時吸気量算出手段が、吸気量制御方式が前記第2の吸気量制御方式から前記第1の吸気量制御方式に切り換えられた場合に、前記吸気管内圧力の応答時定数より小さな値の時定数を用いて前記アイドル運転時の吸入空気量の目標値を一次遅れ処理し

て、切換過渡時吸入空気量を算出することを特徴とする。

【0015】すなわち、吸気量制御方式の切換後に吸気量制御方式が過渡的に遷移することによって生じる吸気管内圧力の変化を一次遅れと仮定し、吸気量制御方式が第2の方式から第1の方式に切り換えられた場合に、吸気管内圧力の変化に応じて必要とされる吸入空気量よりも多量の吸入空気量（切換過渡時吸入空気量）によって機関回転速度を所定の目標回転速度に維持すべく、前記吸気管内圧力の応答時定数より小さな値の時定数を用いて前記アイドル運転時の吸入空気量の目標値を一次遅れ処理するのである。

【0016】請求項5に係る発明は、前記切換過渡時フィードバック制御制限手段が、前記遷移期間中に、前記フィードバック制御手段による制御対象である吸入空気量及び点火時期のうちの少なくとも一方の変化が機関出力の低下を招く方向にあるときに前記フィードバック制御手段による変化を禁止することを特徴とする。

【0017】すなわち、前記遷移期間中に、フィードフォワード制御による吸入空気量の目標値を機関回転速度の低下現象を抑制するものとした場合においてその効果が低減されるのを回避すべく、機関出力の低下を招きうるフィードバック制御を禁止するのである。

【0018】

【発明の効果】請求項1に係る発明によれば、第1又は第2の吸気量制御方式で吸入空気量を制御しているときに、アイドル運転時の機関回転速度を、通常時ばかりでなく吸気量制御方式切換後の遷移期間中においても、所定の目標回転速度に維持することができる。

【0019】請求項2に係る発明によれば、吸気量制御方式切換後の遷移期間中において、アイドル運転時の機関回転速度を、その低下現象の発生を抑制して所定の目標回転速度に維持することができる。

【0020】請求項3に係る発明によれば、吸気量制御方式が第1の方式から第2の方式に切り換えられた後の遷移期間中に、一次遅れ処理という比較的簡易な構成により、アイドル運転時の機関回転速度を、その低下現象の発生を抑制して所定の目標回転速度に維持することができる。

【0021】請求項4に係る発明によれば、吸気量制御方式が第2の方式から第1の方式に切り換えられた後の遷移期間中に、一次遅れ処理という比較的簡易な構成により、アイドル運転時の機関回転速度を、その低下現象の発生を抑制して所定の目標回転速度に維持することができる。

【0022】請求項5に係る発明によれば、アイドル運転時の機関出力のフィードバック制御による低下を防止することができ、特に、吸気量制御方式切換後の遷移期間中にフィードフォワード制御によって機関回転速度の低下現象を抑制するものとした場合には、その抑制効果が

がより高められる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図2は、本発明の一実施形態に係る内燃機関E（例えば、4気筒）の構成を概略示したものである。このように、内燃機関Eの吸気通路1には、空気中に含まれるダストを除去するエアクリーナ2を介した空気の流量（吸入空気量）を検出するエアフロメータd1、及び後述する電子制御ユニット（ECU）100からの信号に基づいて回転駆動されて前記吸入空気量を制御する電子制御式の吸気絞り弁3が設けられ、さらに、コレクタ1cの下流のマニホールド部において、燃料供給装置としての燃料噴射弁4が各気筒毎に設けられる。

【0024】そして、これらのマニホールド部はそれぞれ各気筒の一侧に連結される。気筒毎に形成される燃焼室5の略中央には、ECU100からの信号に基づいて駆動されて吸気通路1からの混合気点火する点火プラグ6が設けられる。燃焼室5への混合気の供給は、図のごとく吸気ポート1pに介装されて後述する電磁アクチュエータ7によって往復駆動される吸気弁8が吸気ポート1pを開閉して、制御される。

【0025】一方、各気筒の他側には、燃焼後排気を流通する排気通路9が連結される。燃焼室5から排気通路9への排気の排出は、図のごとく排気ポート9pに介装されて後述する電磁アクチュエータ10によって往復駆動される排気弁11が排気ポート9pを開閉して、制御される。なお、排気通路9には、排気中における酸素濃度に応じて空燃比を検出する空燃比センサd2、及び排気中に含まれるCO及びHCの酸化及びNO_xの還元を行う三元触媒を内蔵した触媒コンバータ（図示せず）等が設けられてもよい。

【0026】ECU100は外部との情報の入出力及び種々の演算を実行し、演算を実行する中央処理装置（CPU）101、後述するプログラムや各種のデータ等を記憶しているリードオンリメモリ（ROM）102、プログラム実行中に一時的に情報を記憶するランダムアクセスメモリ（RAM）103、及び外部のセンサからの信号を入力したり、外部のアクチュエータを駆動するための信号を出力する入出力インタフェース104を含んで構成される。これらの構成要素は、バス105を介して接続される。

【0027】ECU100へは、上記の各センサの他、機関冷却水の温度を検出する水温センサd3、クランク軸又はこれと連動するカム軸に直接に或いはギア等を介して間接的に接続されてクランク位置（これに基づいて機関回転速度が算出される）を検出するクランク角センサd4、及びアクセル操作量を検出する負荷センサd5からの検出信号も入力される。そして、ECU100は、これらの検出信号に基づいて以下に説明するように

吸気絞り弁3、点火プラグ6及び電磁アクチュエータ7及び10を制御する。

【0028】次に、上記の電磁制御式の吸排気機構の構造を、図3を参照して説明する。本実施形態では、吸気弁8用の電磁アクチュエータ7と、排気弁11用の電磁アクチュエータ10とを同じものとしているため、吸気側のもので代表させて説明する。

【0029】このものは、吸気弁8を構成する弁体に対し、磁性体を含んで構成されるプレート状の可動子701、開弁用電磁石702及び閉弁用電磁石703を設けて構成され、ECU100によって各電磁石のコイル702a、703aに供給される電流が制御されることにより、可動子701が各電磁石の吸引面702b、703b間を往復して、吸気弁8の開閉時期が制御される。

【0030】吸気弁8は、その軸部801が内燃機関EのシリンダヘッドCに埋設された弁ガイド802内に摺動自在に保持されて、上下に案内される。そして、軸部801の上端部にリテーナ803が取り付けられ、吸気弁8は、リテーナ803に対して下方より作用するスプリング804によって閉弁方向、すなわち、シリンダヘッドCのポートCpに形成されたシート部Csに頭部805のフェース面805aが着座する方向へ付勢される。

【0031】吸気弁8の上方には、開弁用電磁石702及び閉弁用電磁石703が配設され、これらは、可動子701を挟んでその上下に対向配置される。可動子701はその中心部において非磁性のシャフト704に固定され、可動子701より下側に延びるシャフト下部704aが開弁用電磁石702の中心部を往復動自在に貫通し且つその下端部端面が吸気弁8の軸部801の上端部端面801aに当接するようにされる。一方、可動子701より上側に延びるシャフト上部704bは、閉弁用電磁石703の中心部を往復動自在に貫通し、その上端部にスプリングシート705が取り付けられる。そして、このスプリングシート705に対して上方より作用するスプリング706により、可動子701及びシャフト704は下向きに付勢される。

【0032】このようにして、可動子701は、スプリング706の作用と、吸気弁8を介したスプリング804の作用とによって中間位置（具体的には、開弁用電磁石702と閉弁用電磁石703との中間の位置）方向へ付勢される。そして、閉弁用電磁石703が通電されて可動子701が吸引面703bに吸着されたときには吸気弁8のフェース面805aがシリンダヘッドCのシート部Csに着座し、また、開弁用電磁石702が通電されて可動子701が吸引面702bに吸着したときには前記フェース面805aがそこから離座することにより、吸気ポート1pが開閉される。

【0033】なお、シャフト704の上端部にはポテンショメータ等の位置センサd6が取り付けられ、このセ

ンサd6からの検出信号もECU100に入力され、シャフト704の変位が検出される。

【0034】以下に、ECU100によって（特に、アイドル運転時において）実行される制御を説明する。この制御は、機関のアイドル運転時に、例えば10ms毎に実行され、基本的な流れは図4のようになる。この制御により、アイドル運転時において吸気絞り弁3の開度を目標吸入空気量に応じて制御することによって吸入空気量が制御される第1の吸気量制御方式と、吸気弁8の開閉時期を目標吸入空気量に応じて制御することによって吸入空気量が制御される第2の吸気量制御方式とが切り換えられた後の遷移期間中においても、機関出力が所定に維持される。

【0035】また、第1の吸気量制御方式では、吸気弁8の開時期は上死点付近に、閉時期は下死点付近に固定されるものとし、一方、第2の吸気量制御方式では、吸気弁7の開時期は上死点付近に固定され、閉時期が可変に設定されることによって吸入空気量が制御される。

【0036】まず、S1において機関回転速度Ne及び冷却水温Tw等の必要な各種データが読み込まれた後、S2において最適な吸気量制御方式が選択される。そして、S3においてアイドル運転時の所定の目標回転速度tNeがテーブルデータを参照して又は式を用いて冷却水温Twに応じて設定される。前記目標回転速度tNeは、低水温時には高く、また、高水温時には低く設定され、このように設定された目標回転速度tNeに機関回転速度を維持するための目標吸入空気量がS4において設定される。

【0037】S4では、目標吸入空気量がフィードフォワード制御操作分とフィードバック制御操作分とから求められ、それぞれの操作量を算出するに当たり、吸気量制御方式切換後の遷移期間中には、フィードフォワード制御操作分として切換過渡時吸入空気量が算出されるとともに、フィードバック制御が制限される。

【0038】そして、S4において設定された目標吸入空気量を実現するべく、S5において吸気絞り弁3の開度が設定され、S6において吸気弁8及び排気弁11の開閉時期が設定され、S7において点火プラグ6による点火時期が設定されて、この制御は終了される。

【0039】以下に、この制御をステップ毎に詳細に説明する。まず、S2（即ち、吸気量制御方式の選択）について、図5を参照して説明する。S11では、読み込まれた冷却水温Twが所定の温度 α （例えば、80℃）より高いか否かが判定される。そして、高い（即ち、 $Tw > \alpha$ ）と判定された場合には、S12に進んで第1の吸気量制御方式が選択され、吸気量制御方式判定用フラグFが1に設定される。一方、S11において、所定の温度 α 以下（即ち、 $Tw \leq \alpha$ ）と判定された場合には、S13に進んで第2の吸気量制御方式が選択され、前記フラグFが2に設定される。

【0040】吸気量制御方式として第1のものが選択された場合には、S14において前回は吸気量制御方式判定用フラグFが1であったか否かが判定される。そして、前回のフラグF(old)が1である場合は、S15に進んでカウンタのカウント値Cntが1だけ加算された値に更新された後、リターンされる。一方、前記フラグF(old)が1でない(即ち、F(old)=2)場合は、S16に進んで前記カウント値Cntがリセットされた後、リターンされる。すなわち、このカウンタは、吸気量制御方式切替後の経過時間(=10×Cnt[ms])を示しており、吸気量制御方式が第2の方式から第1の方式に、又は後述するように第1の方式から第2の方式に切り換えられた直後にのみリセットされる。

【0041】S13において吸気量制御方式として第2のものが選択された場合には、S17において前回は吸気量制御方式判定用フラグFが2であったか否かが判定され、前記のフラグF(old)が2である場合は、S18に進んでカウント値Cntが1だけ加算された値に更新された後、リターンされる。一方、前記フラグF(old)が2でない(即ち、F(old)=1)場合は、S19に進んで前記カウント値Cntがリセットされた後、リターンされる。

【0042】次に、S4(即ち、目標吸入空気量の設定)について、図6～図9を参照して説明する。S21～S29に示す処理では、第1又は第2の吸気量制御方式によって吸入空気量を制御する場合に、アイドル運転時の機関回転速度をフィードフォワード制御によって上記の目標回転速度 t_{Ne} とするための吸入空気量(フィードフォワード制御吸気量 Q_{ff} [L/min])が設定される。

【0043】まず、S21では、吸気量制御方式判定用フラグFが1であるか否かが判定される。前記フラグFが1である場合は、S22に進んで第1の吸気量制御方式におけるフィードフォワード制御吸気量 Q_{ff1} がテーブルデータを参照して又は式を用いて設定され、設定された Q_{ff1} をフィードフォワード制御吸気量 Q_{ff} とする(S23)。

【0044】一方、S21において吸気量制御方式判定用フラグFが1でない(即ち、F=2)場合は、S24に進んで第2の吸気量制御方式におけるフィードフォ

$$Q_{fba} = Q_{fba'}(old) + k1 \times (t_{Ne} - Ne) \quad \dots (1)$$

$$Q_{fbp} = k2 \times (t_{Ne} - Ne) \quad \dots (2)$$

このように、吸入空気量について積分型のフィードバック制御を行い、点火時期について比例型のフィードバック制御を行うことができるが、吸入空気量について比例型等の他の制御形態を適用してもよいし、点火時期について他の制御形態を適用してもよい。なお、上式(1)の $Q_{fba'}(old)$ は、後述する出力フィードバック制御吸気量 $Q_{fba'}$ の前の処理における値である。

【0050】そして、S31では、吸気量制御方式切

換制御吸気量 Q_{ff2} がテーブルデータを参照して又は式を用いて設定され、設定された Q_{ff2} をフィードフォワード制御吸気量 Q_{ff} とする(S25)。

【0045】なお、これらのテーブルデータは、各吸気量制御方式においてアイドル運転時の機関回転速度を所定の値とするために必要とされる吸入空気量を実機実験によって求めたものである。

【0046】そして、S26では、吸気量制御方式切替後の経過時間が所定の時間 e (例えば、1[sec])を経過しているか否かが判定される。経過している場合は、S27に進んでフィードフォワード制御吸気量 Q_{ff} をそのまま出力フィードフォワード制御吸気量 $Q_{ff'}$ とする一方、経過していない場合は、吸気量制御方式が切替えによって過渡的に遷移しているとして、S28へ進む。S28では、フィードフォワード制御吸気量 Q_{ff} を用いて後述するように切替過渡時吸入空気量 Q_{tr} が設定され、設定された切替過渡時吸入空気量 Q_{tr} が出力フィードフォワード制御吸気量 $Q_{ff'}$ とされる。

【0047】S30～S34に示す処理では、実際の機関回転速度を目標回転速度 t_{Ne} に収束させるべく、フィードバック制御が行われる。まず、S31では、フィードバック制御操作量 Q_{fb} が設定される。フィードバック制御は、吸入空気量及び点火時期のうちの少なくとも一方について行われる。ここでは、これらの両方について行う例を示すが、いずれか一方のみを選択し、以下に説明されるステップのうち選択された対象に対応するものを採用してフィードバック制御を行っても相当の効果がある。

【0048】吸入空気量についてのフィードバック制御操作量(フィードバック制御吸気量 Q_{fba} [L/min])、及び点火時期についてのフィードバック制御操作量(フィードバック制御点火時期 Q_{fbp} [deg])は、所定の制御ゲイン $k1$ 、 $k2$ (例えば $k1=0.005$ 、 $k2=0.07$)を用いて下式によって算出される。前記制御ゲイン $k1$ 、 $k2$ は、それぞれ吸入空気量、点火時期に関する制御ゲインであり、フィードバック制御コントローラと制御対象である機関を合わせた系の安定性が所定の範囲(例えば、ゲイン余有を10dBとする範囲)内となるように定める。

【0049】

後の経過時間が所定の時間 e を経過しているか否かが判定され、経過している場合は、S32に進んでフィードバック制御操作量 Q_{fb} をそのまま出力フィードバック制御操作量 $Q_{fb'}$ とする一方、経過していない場合は、吸気量制御方式が切替えによって過渡的に遷移しているとして、S33へ進んでフィードバック制御が制限される。S33では、フィードバック制御操作量 Q_{fb} を用いて後述するように制限フィードバック制御操作量 Q_{re} が

設定され、制限フィードバック制御操作量 Q_{re} が出力フィードバック制御操作量 $Q_{fb'}$ とされる。

【0051】なお、本実施形態では、フィードバック制御が吸入空気量及び点火時期について行われるので、吸入空気量についての出力フィードバック制御操作量を出力フィードバック制御吸気量 $Q_{fba'}$ といい、点火時期についての出力フィードバック制御操作量を出力フィードバック制御点火時期 $Q_{fbp'}$ という。

【0052】ここで、S28（即ち、切換過渡時吸入空気量 Q_{tr} の設定）及びS33（即ち、制限フィードバック制御操作量 Q_{re} の設定）における処理について説明する。まず、図7を参照して、S28における処理について説明する。

【0053】S41において前回設定された吸気弁8の閉時期を読み込み、続くS42において読み込まれた弁閉時期を用いて吸気絞り弁3を操作した場合の吸気管内圧力の応答時定数 T [sec]を設定する。この応答時定数 T は、吸気絞り弁3を操作した場合の吸入空気量或いは吸気管内圧力の応答性が吸気弁の閉時期に応じて変化するため、実験実験によって求める。そして、吸気弁8の各閉時期に対する前記応答時定数 T を求め、例えば低回転速度域、中回転速度域及び高回転速度域のそれぞれの領域についてのテーブルデータを持たせておく。

【0054】S43では、吸気量制御方式判定用フラグ F が1であるか否かが判定される。前記フラグ F が1である場合は、現在、吸気量制御方式が第2の方式から第1の方式に切り換えられた後の遷移期間中にあるとして、S44に進んで切換時時定数 T_{21} が算出される。具体的には、切換時時定数 T_{21} は、前記応答時定数 T より0.2[sec]だけ小さな時定数にする。そして、続くS45において切換時時定数 T_{21} を用いてフィードフォワード制御吸気量 Q_{ff} （即ち、第1の吸気量制御方式におけるフィードフォワード制御吸気量 Q_{ff1} ）に一次遅れ処理を施し、その値を切換過渡時吸入空気量 Q_{tr} とする。

【0055】一方、S43において吸気量制御方式判定用フラグ F が1ではない（即ち、 $F=2$ ）場合は、現在、吸気量制御方式が第1の方式から第2の方式に切り換えられた後の遷移期間中にあるとして、S46に進んで切換時時定数 T_{12} が算出される。具体的には、切換時時定数 T_{12} は、前記応答時定数 T より0.2[sec]だけ大きな時定数にする。そして、続くS47において切換時時定数 T_{12} を用いてフィードフォワード制御吸気量 Q_{ff} （即ち、第2の吸気量制御方式におけるフィードフォワード制御吸気量 Q_{ff2} ）に一次遅れ処理を施し、その値を切換過渡時吸入空気量 Q_{tr} とする。

【0056】このようにして吸気量制御方式切換後の遷移期間中における出力フィードフォワード制御吸気量 $Q_{ff'}$ として切換過渡時吸入空気量 Q_{tr} を算出することには、次のような効果がある。

【0057】吸気量制御方式を切り換えた後に吸気量制

御方式が過渡的に遷移する間は、吸気管内圧力の変化に伴って吸気損失に変化が生じる。このときに所定の目標回転速度を維持するために必要な吸入空気量は、前記吸気管内圧力の変化に応じて推定することができるが、その一方で、上記の吸気損失の変化以外にも燃焼効率等の機関出力を変化させる要因も存在する。

【0058】そこで、前記遷移期間中において、出力フィードフォワード制御吸気量 $Q_{ff'}$ として図13に示すように吸気管内圧力の変化に応じた必要吸入空気量（曲線a2及びb2）より多量の切換過渡時吸入空気量 Q_{tr} （曲線a1及びb1）を算出することにより、アイドル運転時の機関回転速度の低下現象の発生を回避しつつ、機関回転速度を所定の目標回転速度に維持することができるのである。

【0059】このような切換過渡時吸入空気量 Q_{tr} を実現するための吸気弁閉時期（曲線a4）は、吸気量制御方式が第1のものから第2のものに切り換えられた後の遷移期間中にある場合は、前記必要吸入空気量を実現するための吸気弁閉時期（曲線a3）より遅く変化するように設定される。一方、吸気量制御方式が第2のものから第1のものに切り換えられた後の遷移期間中にある場合は、前記弁閉時期（曲線b4）は、前記必要吸入空気量を実現するための吸気弁閉時期（曲線b3）より早く変化するように設定される。

【0060】次に、図8を参照して、S33における処理について説明する。S51では、S30において設定されたフィードバック制御吸気量 Q_{fba} と、前回の処理において設定されたフィードバック制御吸気量 $Q_{fba(ol)}$ との差が0以上であるか否かが判定される。0以上である場合は、S52に進んで今回のフィードバック制御吸気量 Q_{fba} が制限フィードバック制御吸気量 Q_{rea} とされる。一方、S51において0以上ではない（即ち、 $Q_{fba} - Q_{fba(ol)} < 0$ ）場合は、S53に進んで前回のフィードバック制御吸気量 $Q_{fba(ol)}$ が制限フィードバック制御吸気量 Q_{rea} とされる。制限フィードバック制御吸気量 Q_{rea} は、その後S34において出力フィードバック制御吸気量 $Q_{fba'}$ とされる。

【0061】また、S54では、S30において設定されたフィードバック制御点火時期 Q_{fbp} が正であるか否かが判定される。正である場合は、S55に進んでフィードバック制御点火時期 Q_{fbp} が制限フィードバック制御点火時期 Q_{rep} とされる。一方、S54において正ではない（即ち、 $Q_{fbp} \leq 0$ ）場合は、S56に進んで制限フィードバック制御点火時期 Q_{rep} が0とされる。制限フィードバック制御点火時期 Q_{rep} は、その後S34において出力フィードバック制御点火時期 $Q_{fbp'}$ とされる。

【0062】このように機関出力の低下を招きうる吸入空気量及び点火時期についてのフィードバック制御を制限することにより、吸気量制御方式切換後の遷移期間中

におけるフィードフォワード制御による吸入空気量の目標値（即ち、出力フィードフォワード制御吸気量 Q_{ff}' ）を機関回転速度の低下現象を抑制するものとした場合に、その効果が低減されるのを回避することができる。

【0063】以上のように出力フィードフォワード制御吸気量 Q_{ff}' 及び出力フィードバック制御操作量 Q_{fb}' が設定された後は、S61～S65に示す処理によって目標吸入空気量が設定される。まず、S61では、出力フィードフォワード制御吸気量 Q_{ff}' 及び出力フィードバック制御吸気量 Q_{fb}' に基づいてアイドル分の吸気絞り弁開口面積 A_i が算出される。ここでは、単位時間当たりの体積流量で表された目標吸入空気量に対し、ソニック流量での吸気絞り弁通過空気流量と吸気絞り弁開口面積との関係を示す係数を乗じて、吸気絞り弁開口面積 A_i が算出される。

【0064】続くS62では、テーブルデータを参照して、アクセル操作量 A_c に応じたアクセル操作分の吸気絞り弁開口面積 A_a が設定される。さらに、S63においてアイドル分の吸気絞り弁開口面積 A_i とアクセル操作分の吸気絞り弁開口面積 A_a との和である吸気絞り弁開口面積 A が算出され、S64において吸気絞り弁開口面積 A を機関回転速度 N_e と排気量 V とで除した値 ANV が算出される。そして、S65において、体積流量比 Q_{HO} （行程容積に対する新気量の標準状態での体積）のテーブルデータを、前記値 ANV を用いて検索し、目標体積流量比 tQ_{HO} が設定される。ここで、体積流量比 Q_{HO} のテーブルデータは、例えば、吸気弁閉時期を上死点とし且つ吸気弁閉時期を下死点とした場合の機械式吸気弁を備える機関に相当する特性である。

【0065】次に、S5（即ち、吸気絞り弁開度の設定）について、図10を参照して説明する。まず、S71では、吸気量制御方式判定用フラグ F が1であるかが判定される。前記フラグ F が1である場合は、S72に進み、S72及びS73において吸入空気量を制御するための開口面積が設定される。すなわち、S73では、目標体積流量比 tQ_{HO} を用いてテーブルデータを参照し、第1の吸気量制御方式における吸気絞り弁開口面積を機関回転速度と排気量とで除した値 ANV_m が設定される。そして、続くS73では、この値 ANV_m に機関回転速度 N_e と排気量 V とを乗じて、吸気絞り弁開口面積 A_t が算出される。

【0066】一方、S71において吸気量制御方式判定用フラグ F が1ではない（即ち、 $F=2$ ）場合は、S74に進み、S74～S77において吸気管内圧力を所定の目標圧力に調節するための開口面積が設定される。吸気管内圧力が一定とされる場合は、吸気絞り弁開口面積を機関回転速度と排気量とで除した値 $A/(N_e \times V)$ と目標体積流量比 tQ_{HO} とは、比例関係となる。そこで、まず、S74において吸気管内圧力が所定の目標圧力 tP_{man} （例えば、 $tP_{man} = -50$ [mmHg]）に設定

され、続くS75においてテーブルデータを参照し、前記目標圧力 tP_{man} に応じた前記比例関係の係数 C が設定される。

【0067】そして、S76において、前記係数 C を目標体積流量比 tQ_{HO} に乗じて第2の吸気量制御方式における吸気絞り弁開口面積を機関回転速度と排気量とで除した値 ANV_e が設定され、S77において、この値 ANV_e に機関回転速度 N_e と排気量 V とを乗じて吸気絞り弁開口面積 A_t が算出される。S78では、テーブルデータを参照し、S73又はS77において算出された吸気絞り弁開口面積 A_t に応じて吸気絞り弁開度 ϕ_a が設定される。

【0068】次に、S6（即ち、吸気弁8及び排気弁11の開閉時期の設定）について、図11を参照して説明する。まず、S81では、吸気弁7について開時期が上死点に設定され、また、排気弁9について開時期が下死点に、かつ閉時期が上死点に設定される。そして、吸気弁7の閉時期は、S82以降に示す処理によって設定される。

【0069】S82では、吸気量制御方式判定用フラグ F が1であるかが判定される。前記フラグ F が1である場合は、S83に進み、S83～S85に示す処理によって第1の吸気量制御方式における吸気弁閉時期が設定される。すなわち、S83において吸気弁閉時期が下死点に設定された後、S84において吸気量制御方式切換後の遷移期間中であると判定された場合にのみ、S85において前記設定された吸気弁閉時期について一次遅れ処理が施される。この一次遅れ処理には、上記の吸気管内圧力の応答時定数 T が使用される。

【0070】一方、S82において吸気量制御方式判定用フラグ F が1ではない（即ち、 $F=2$ ）場合は、S86に進み、S86～S90に示す処理によって第2の吸気量制御方式における吸気弁閉時期が設定される。すなわち、S86においてテーブルデータを参照し、目標吸気管内圧力 tP_{man} のときに吸入することができる体積流量比の最大値（最大体積流量比 Q_{HOmax} ）が求められ、続くS87において、最大体積流量比 Q_{HOmax} を用いて目標体積流量比 tQ_{HO} を実現するための吸気弁閉期間 D_{in} [degCA] ($=180 \times tQ_{HO} / Q_{HOmax}$)が算出される。

【0071】そして、S88において吸気弁閉時期が算出された後、S89において吸気量制御方式切換後の遷移期間中であると判定された場合にのみ、S90において前記算出された吸気弁閉時期について一次遅れ処理が施される。この一次遅れ処理には、上記の吸気管内圧力の応答時定数 T が使用される。

【0072】次に、S7（即ち、点火時期の設定）について、図12を参照して説明する。まず、S101では、出力フィードフォワード制御吸気量 Q_{ff}' と出力フィードバック制御吸気量 Q_{fb}' との和に対する出力フィ

ードバック制御点火時期 Q_{fbp}' の割合として変数 PER [%] ($=Q_{fbp}' / (Q_{ff}' + Q_{fba}') \times 100$) を算出する。この変数 PER は、点火時期のフィードバック制御によってアイドル運転時の機関出力を増減する際の比率を示すものである。

【0073】そして、S102において前記変数 PER を実現するための機関出力に対して要求される点火時期の変化量 ΔADV [degCA]に変換される。この変化量 ΔADV は、予め実機実験を行って得られたデータを基に算出される。続くS103では、アイドル運転時における通常の点火時期 GOV と前記変化量 ΔADV とに基づいて点火時期 ADV が算出される。

【0074】以上説明したように、本発明によれば、アイドル運転時において吸入空気量が第1又は第2の吸気量制御方式で制御されているときに吸気量制御方式が切り換えられた場合は、その後の吸気量制御方式の遷移期間中において過渡的に変化する切換過渡時吸入空気量 Q_{tr} が算出され、この切換過渡時吸入空気量 Q_{tr} を用いて目標吸入空気量が設定されるため、前記遷移期間中においても機関回転速度を所定に維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成を示す機能ブロック図

【図2】本発明の一実施形態に係る内燃機関の構成を概略示す図

【図3】同上内燃機関を構成する電磁駆動弁の構成を概略示す図

【図4】本発明の一実施形態に係る出力制御装置による制御の基本的な流れを示す図

【図5】同上制御における吸気量制御方式の選択処理を示す図

【図6】同上制御における吸入空気量のフィードフォワード制御及びフィードバック制御の流れを示す図

【図7】同上制御における切換過渡時吸入空気量の設定処理を示す図

【図8】同上制御における制限フィードバック制御操作量の設定処理を示す図

【図9】目標吸入空気量の設定処理を示す図

【図10】吸気絞り弁開度の設定処理を示す図

【図11】吸気弁及び排気弁の開閉時期の設定処理を示す図

す図

【図12】点火時期の設定処理を示す図

【図13】吸気量制御方式切換後の遷移期間中における本発明による作用を示す図

【符号の説明】

E 内燃機関

1 吸気通路

1c コレクタ

1p 吸気ポート

2 エアクリーナ

3 電子制御式吸気絞り弁

4 燃料噴射弁

5 燃焼室

6 点火プラグ

7 吸気弁用電磁アクチュエータ

8 吸気弁

9 排気通路

9p 排気ポート

10 排気弁用電磁アクチュエータ

11 排気弁

d1 エアフローメータ

d2 空燃比センサ

d3 水温センサ

d4 クランク角センサ

d5 負荷センサ

d6 位置センサ

C シリンダヘッド

Cs 弁シート

701 可動子

702 開弁用電磁石

703 閉弁用電磁石

704 シャフト

705 スプリングシート

706 スプリング

801 軸部(弁軸)

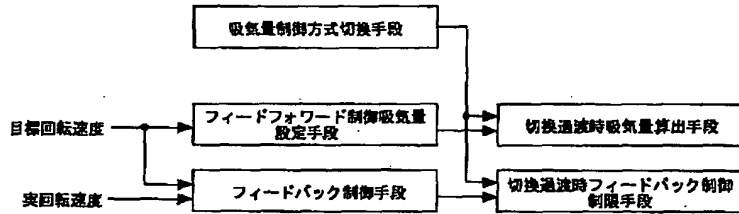
802 弁ガイド

803 リテーナ

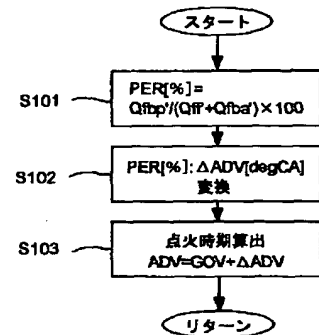
804 スプリング

805 頭部(弁頭)

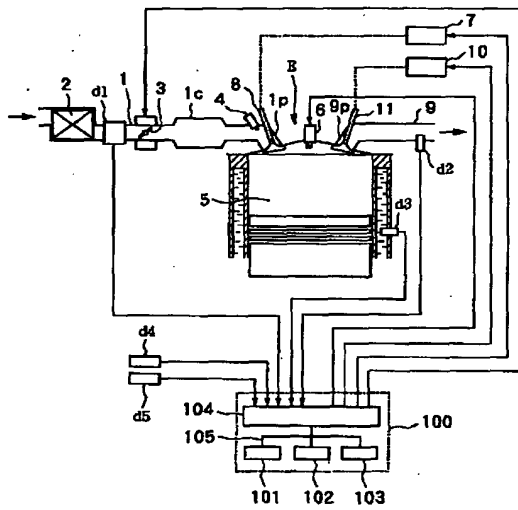
【图 1】



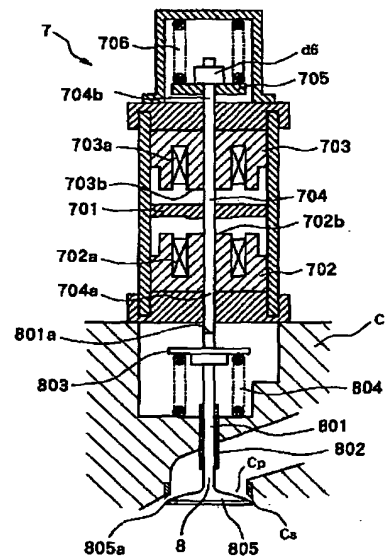
【図 12】



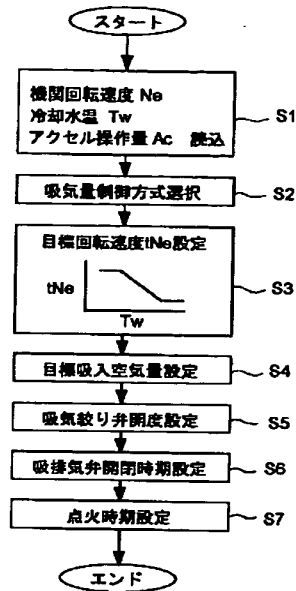
【図2】



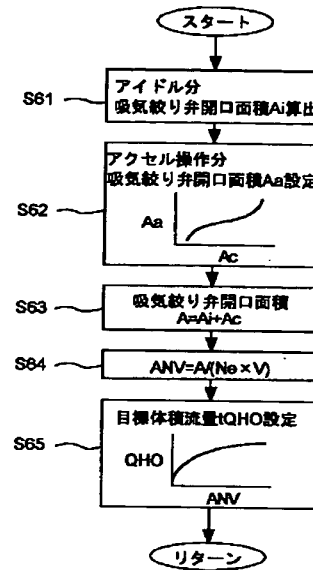
【図3】



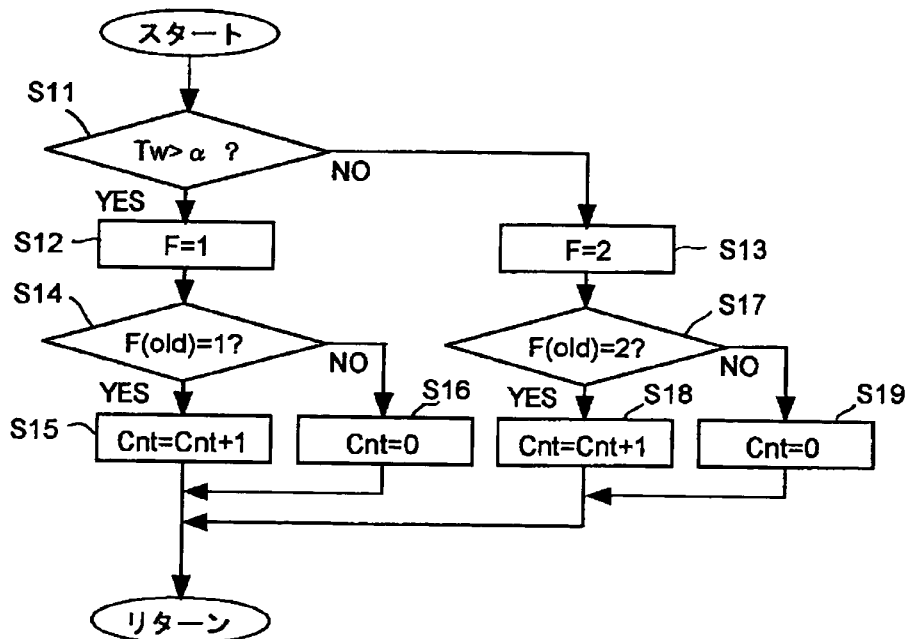
【図4】



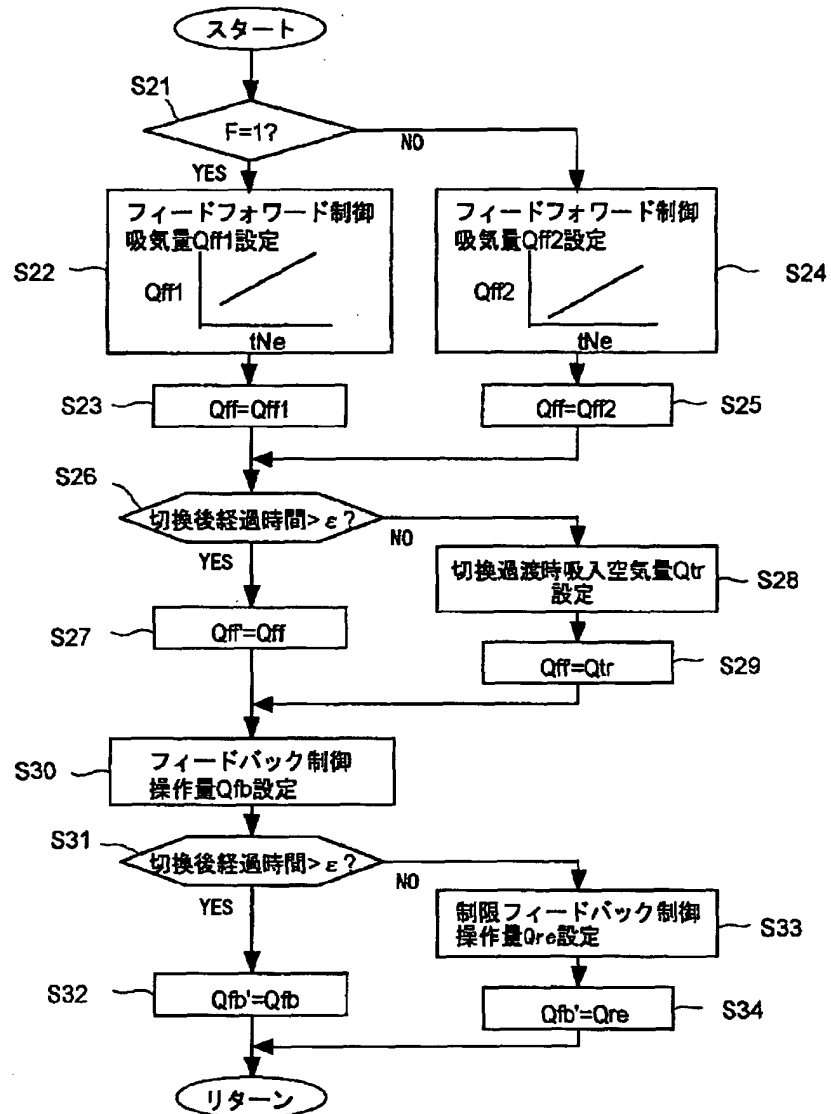
【図9】



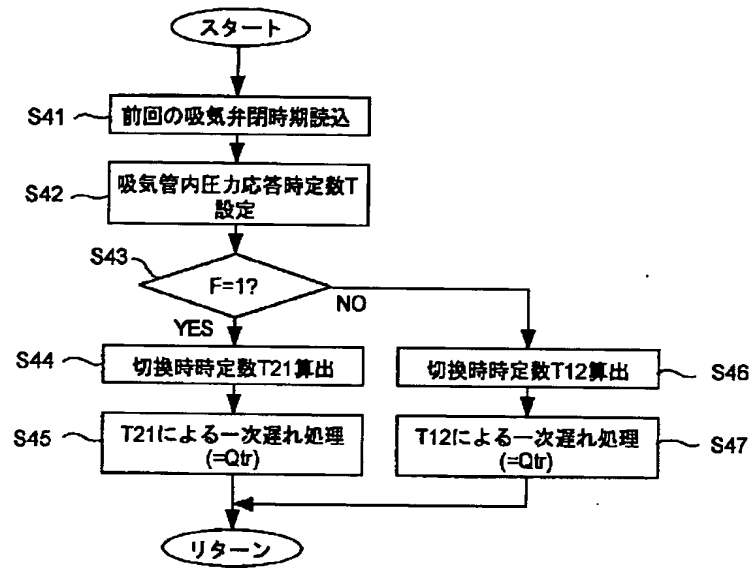
【図5】



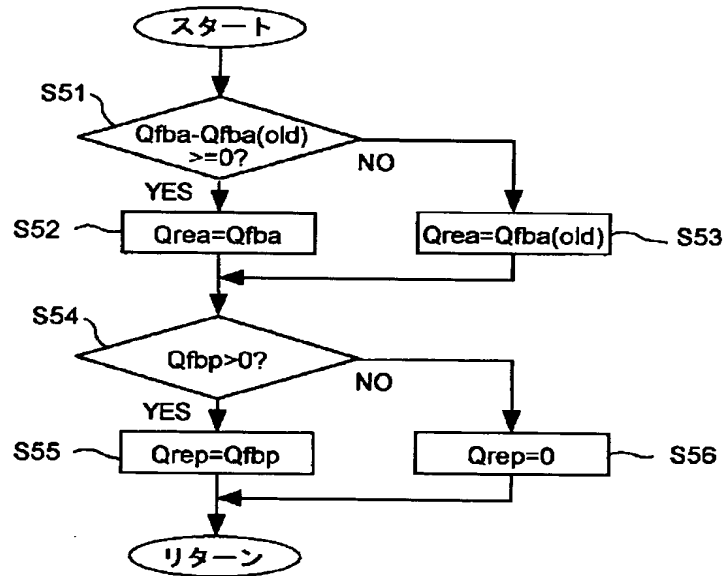
【図6】



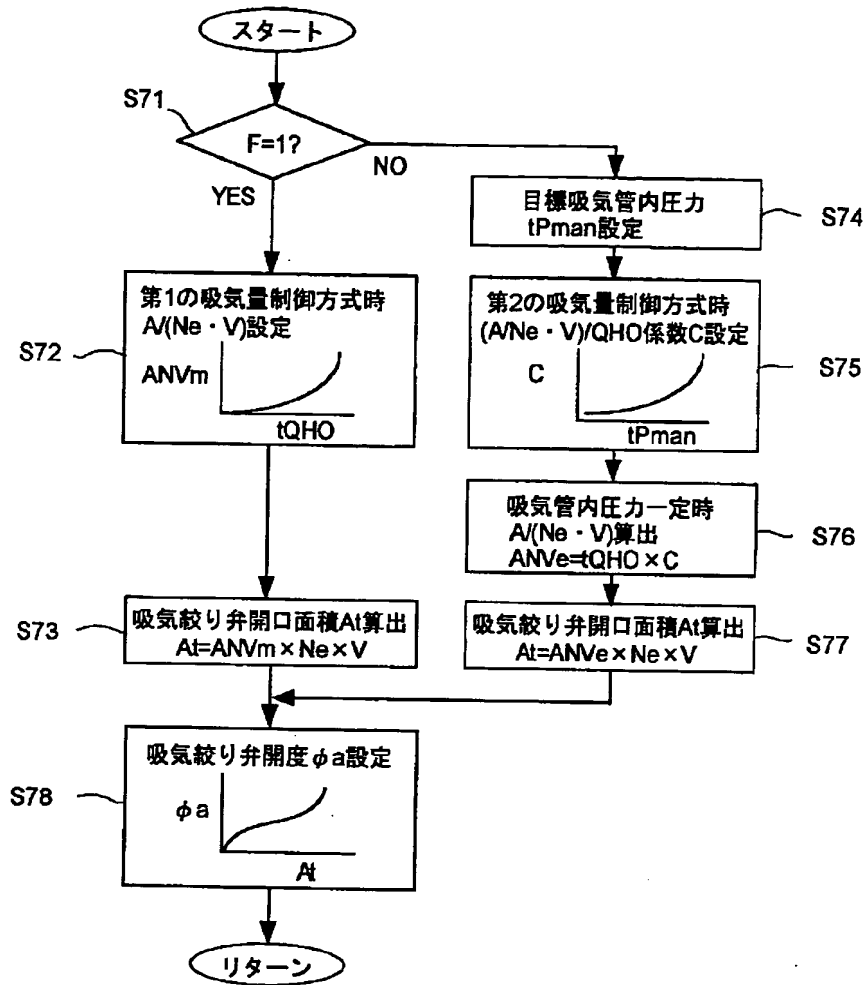
【図7】



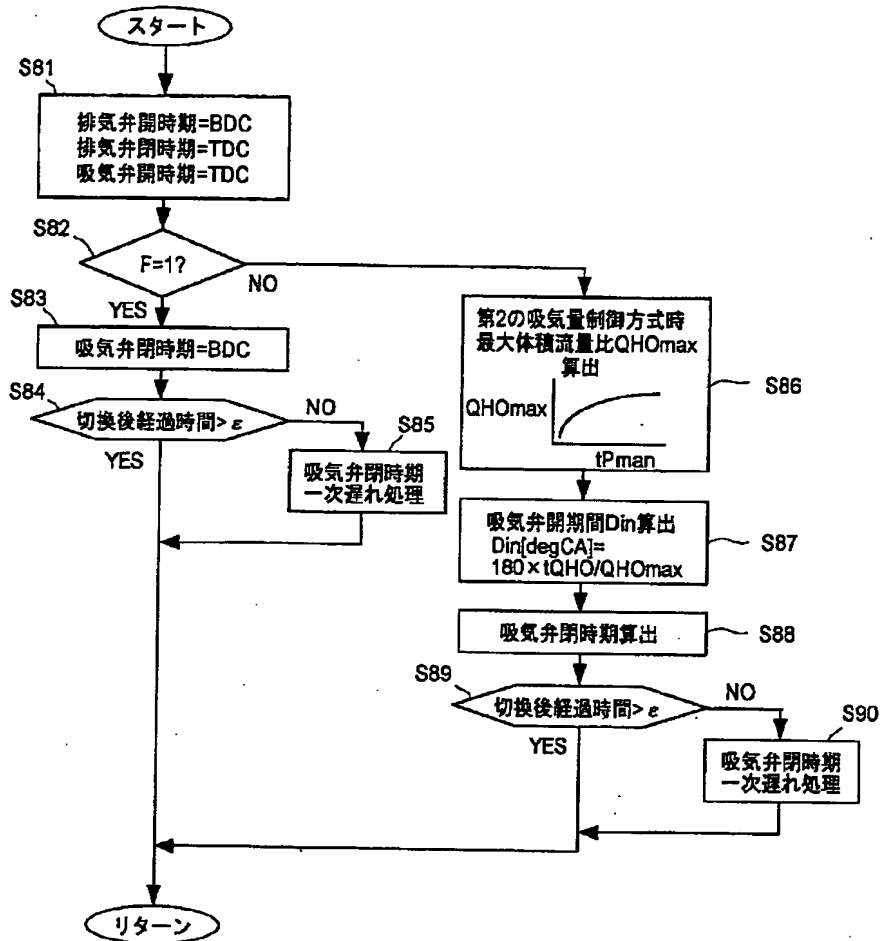
【図8】



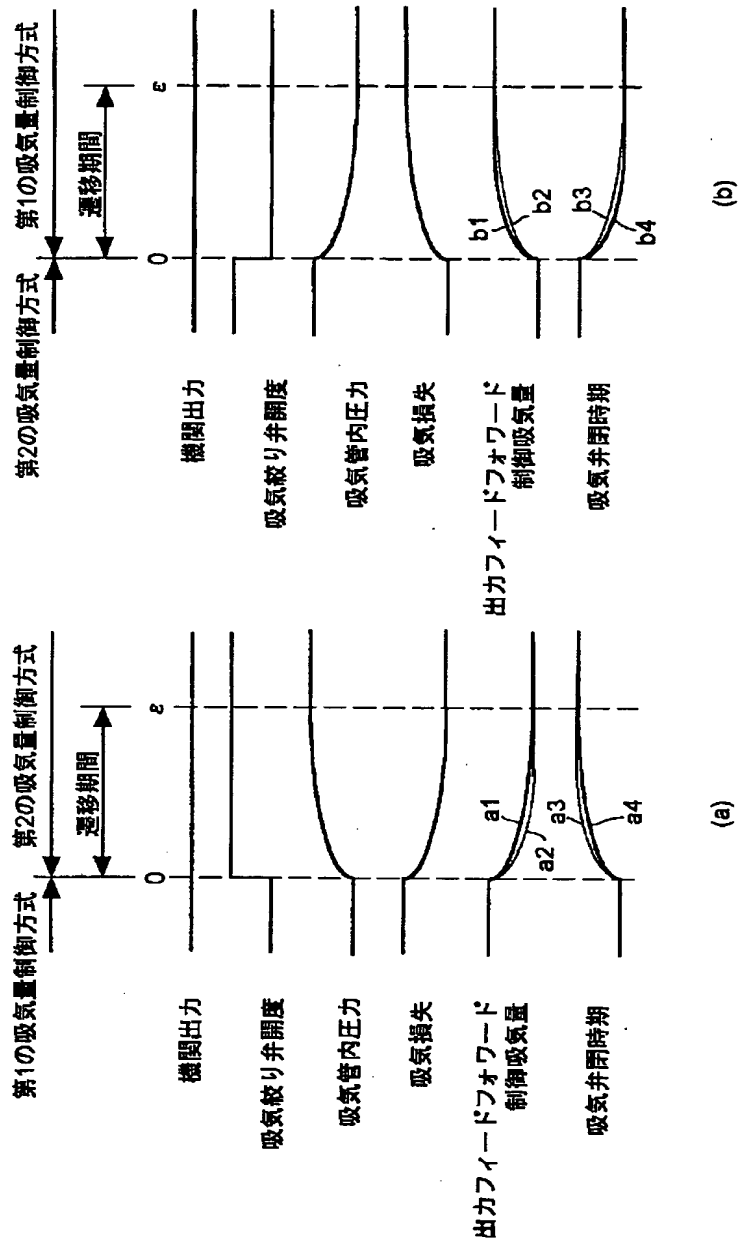
【図10】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F 0 2 D 11/10
13/02
41/08

識別記号

3 1 0

F I

F 0 2 D 11/10
13/02
41/08

テ-マ-ト (参考)

H
J

3 1 0

41/16		41/16	B
			P
45/00	3 2 2	45/00	3 2 2 C
F O 2 P 5/15		F O 2 P 5/15	E
			K
			C

Fターム(参考) 3G022 AA03 BA01 CA03 CA04 CA05
DA10 EA06 FA04 GA05 GA06
GA07 GA09
3G065 AA04 CA00 DA04 EA03 FA12
GA00 GA05 GA09 GA10 GA46
JA04 JA09 JA11 KA02
3G084 AA03 BA05 BA17 BA23 CA03
DA05 EA11 EB12 EC03 FA07
FA10 FA20 FA26 FA33
3G092 AA01 AA13 DA07 DC01 DF05
DG08 DG09 EA11 EC01 FA03
GA04 HA01Z HA06X HA13X
HD05Z HE01Z HE08Z
3G301 HA01 HA06 JA03 KA07 LA01
LA07 NA03 NA04 NC02 ND04
ND05 ND42 PA01A PA07A
PE01A PE01Z PE08Z PE09A
PE10A